

நாடார்

தீர்மானம் (அம்)

# ராடார்

(பட்டப்படிப்பித்தேயது)

ஆசிரியர்

கெட்டை எம். தர்மலிங்கம், எம்.ஏ., எம்.எம்.எல்.,

இலத்தியல் உதவிப் பேராசிரியர்,  
மன்னர் கவுடேஜ் ஆசிரியர் கல்லூரி,  
தஞ்சாவூர்.



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் திருவனம்

# ரட்டார்

(பட்டப்படிப்பிற்குரியது)

ஆசிரியர்

சேகர்தன் எம். தர்மநிவிகம், எம்.ஏ., எம்.எஸ்ஸி.,

இயற்பியல் உதவிப் பேராசிரியர்,  
மன்னர் சரபோசி ஆசிரியர் கல்லூரி,  
தஞ்சாவூர்.



தமிழ்நாட்டுப் பாடதுவி நிறுவனம்

First Edition—April, 1972

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 318

Tamil Nadu Text Book Society

## **RADAR**

CAPTAIN M. DHARMALENGAM

Net Price Rs. 16-75

(No discount)

\*Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare.\*

Printed by  
KIMARAN PRESS,  
298, Mint Street,  
Madurai.



## அணித்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்

(தமிழகக் கல்வி—உள்ளாட்சித் துறை அமைச்சர்)

தமிழகக் கல்வியுறிக் கல்வி மொழியாக ஆங்கில-புதிதெழுத்து எழுத்துகள் ஆகியிருந்தன. குறிப்பிட்ட சில கல்வியுறிகளில் மெ.ர. வகுப்பு மாணவர்கள் தமிழ் பாடத்தைக் கற்றுக்கொண்டனர். 1905ஆம் ஆண்டில் தொடக்கத்தில் புதுமை வகுப்புகள் (P.U.C.), 1960ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப்படிப்பு வகுப்புகளிலும் ஆறினியல் பாடக்களையும் தமிழிலேயே கற்கக்கூடிய ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வைத்துள்ள கல்வியுறிக் கல்வி அமைச்சரின் கருத்து, சிறு பருவ குழந்தைகளிலும் தொண்டு செய்யும் இதை உணர்ந்த தந்தை உழைப்பு, தமிழ் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இந்த திட்டம் தமிழிலேயே மகிழ்ச்சியும் மன திறமையும் தாக்கக்கூடியவையின் துணைபெற்று வருகிறது. இவ்வகையில், கல்வியுறிக் கல்வி அமைச்சரின் கருத்து, ஆறினியல் பாடக்கூறு மாணவர்களுக்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டு தொறும் எடுத்துவரும் பெருமையற்றசியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல வேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிக்குள்ளேயே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உணவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புனைவியல், புனைவியல், மனவியல், கணிதம், வேளாண்மை, வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புனைவியல், விவகாரியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாட நூல் திறமையை வெளிப்படுத்துகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'மேலம்' என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாட நூல் திறமையைத் தீவிரமாக வெளிப்படுத்தும். இதுவரை 353 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சரகத்தில் மாநில மொழியில் பல்கலைக் கழக நூல்கள் வெளிவிடும் திட்டத்தின் கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இவ்வகை: ஆகியும், உழைத்து வெற்றி கண்டோம். தமிழ்நாடு பதினாறு மாணவர்கள் உழைக்கின்றனர். இவ் பதினாறு மாணவர்கள்: அதுவே தமிழ்நாட்டின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களில் பதினாறு உழைக்கின்றனர். இவ் பதினாறு மாணவர்கள்: அதுவே தமிழ்நாட்டின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களில் பதினாறு உழைக்கின்றனர். இவ் பதினாறு மாணவர்கள்: அதுவே தமிழ்நாட்டின் குறிக்கோளுமாகும்.

இரா. நெடுஞ்செழியன்



## முன்னுரை

ராட்சாஸர்ப்பத்தித் தமிழில் ஒரு நூல் எழுதவேண்டும் என்று கல்லூரில் பாடநூல் திருவணத்தாராய் இடங்கட்ட பணியிலே இத்தூல் திறைவேற்றுகின்றது.

இத்தூலை எழுதும்பொது ஏற்பட்ட இடைபூறுகள் பல. ராட்சரிகவும் முன்னேற்றமடைந்துள்ள ஒரு சாதனமாகும். இதை ஒரு சாதனம் என்று கூறுவதனிட, பல சாதனங்களின் தொகுப்பு என்று கூறுவது பொருத்தம்.

ராட்சாஸர்ப்பத்தி ஆதிவியல் மாணவர்கள் உணரத்தக்க வகையில் ஆங்கிலத்திற்குட வெளிவந்துள்ள நூல்கள் மிக மிகக் குறைவு. ராட்சாஸர்ப்பத்திக் கூறுகின்ற ஒரு சில நூல்களும் பொதியில்க் துறைவிலுள்ளவர்களிடமிடும் படித்து ஆதிவத்தக்க வகையில் அமைந்துள்ளன. மேலும் ராட்சாஸர்ப்பத்தி ஆதிவதற்கு ரேடியோவாணவப்பதரிய எண்ணத் செய்திகளும் தெரித்திருக்க வேண்டும். இதைவே பல மேல்தட்டு ஆதிவர்களும் வளியுறுத்துகின்றனர்.

ராட்சாஸர்ப்பதரிய முக்கியமான செய்திகள் யாவும் கருக்கமாக 30 பகுதிகளில் இத்தூலில் கூறப்பட்டுள்ளன. மேலும் வினக்கமாகத் தெரித்துக்கொள்ள வேண்டும் என்று வினும்புவர்களுக்கு மிடும், சில வினக்கங்கள் 5 பகுதிகளாகப் பிரதோர்க்கையில்கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. நூட்பமான கருத்துகளைத் தமிழில் வினக்க முதிடும்கொழுது எழுத்த இடைபூறுகள் பல. இருத்தபொதிலும், தம் மாணவர்கள் தமிழில் பரிய வேண்டும் என்று எண்ணத்தின் அடிப்படையில் இத் தூலில் வினக்கங்கள் தரப்பட்டுள்ளன. இத் தூலில் குறைகள் இருப்பின் அவற்றை நீக்கி, இம் முயற்சியை வரவேற்கும்படி அனைவரையும் கேட்டுக்கொள்கிறேன்.

எம். தர்மலிங்கம்



## பொருளடக்கம்

	பக்கம்
1. நோற்றுலாய்	1
2. அணுகின் அமைப்பு	6
3. ரேடியோ அலைகள் E. W	11
4. மின்தொட்டம் Censor	15
5. மின்துண்டம் Jockey	27
6. மின்தேக்கிகளும் மின்திறப்பங்களும்	25
7. மாறுதலை மின்தொட்டம்	45
8. மின்துறாய்கள்	67
9. வாக்புப் பெருக்கி, அலைவிவற்றி, நிரூத்தி	104
10. அலைப்பைப் பெற்றதும் பகுத்ததும்	122
11. கலக்கிப் பிரித்தல், இடைநிலை அடுக்கப் பெருக்கி, ஏ. வி. எம்.	148
12. கிரைஸ்ட்ரான், மாக்னெட்ரான் மின்துறாய்கள்	165
13. ராடாரின் அடிப்படைத் தத்துவங்கள்	172
14. எதிர்மின் சுதிர்க்குழாய்	188
15. துவக்கிச் சுற்றுகளும் துடிப்புச் சுற்றுகளும்	204
16. இரப்பர் பல அலைவிவற்றிகள்	227
17. துடிப்புப் பரப்பிகள்	241
18. துடிப்பு ஏற்பிகள்	257
19. தூரங்களை நிர்ணயித்தல்	268
20. ஒத்திசைவுக் கம்பிகள்	281
21. அலைய மண்டலம்	297
22. திசை அணிகள் : ஏற்றக்கொணலும் ஏற்றதும்	309
23. ராடாரைச் சேர்த்ததும் சேரதனை கிவரும்	326
24. பரப்பி - ஏற்பி கலிட்கள்	337
25. சில மாதிரி ராடார் அமைப்புகள்	346

26. ராடாரின் போர்க்காலப் பணி	...	364
27. ராடாரின் அமைதிக்காலப் பணி	...	373
28. தொலைக்காட்சி	...	380
29. டிரான்ஸிஸ்டர்	...	396
30. மோசர்களும் கோசர்களும்	...	413

#### மீத்கோக்கை

1. ஆற்றம் செழுந்தும் கங்கையின் கொள்ளை	...	433
2. ஓசைக் கங்கையும் அலுவல்தீர்ப்படுத்திகளும்...	...	442
3. கடிசைத்தூகன்	...	447
4. அலை உருவை நினைவிக்கும் கற்றுகன்	...	453

#### அட்டவணை

1. கிரேக்க எழுத்துகளும் அவற்றின் பெயர்களும்	...	478
2. அடுக்கங்களின் பகுப்பு	...	478
3. மின்சாரச் சமன்பாடுகளில் உபயோகப்படும் குறிகள்	...	479
4. அணுவங்களின் மேற்பகுதிகளும் கீழ்ப்பகுதிகளும்	...	480
படித்தற்றிரிய நூல்கள்	...	481

#### உரைகோற்கள்

தமிழ் - ஆங்கிலம்	...	482
ஆங்கிலம் - தமிழ்	...	488

# 1. தோற்றவாய்

(Introduction)

நாம் இருபதாம் நூற்றாண்டில் வாழ்கிறோம். இந்த நூற்றாண்டில் விஞ்ஞானம் பல துறைகளிலும் வெகு துரிதமாக முன்னேற்றம் அடைந்திருக்கிறது. அதிலும் விஞ்ஞானத்தில் ஒரு பகுதியான அறிவியலில் புதிய கண்டுபிடிப்புகள் அதிலேகத்தடவி வளர்ந்துள்ளன. வேறு எந்தத் துறையிலும் இந்த அளவு புதிய செய்திகள் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. கி. பி. 1900-க்கு முன்பு அணுவின் ஒரு பகுதியான எலெக்ட்ரான் (electron) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. 1920-ஐ அடுத்துப் பத்து ஆண்டுகளில் ரேடியோ, பாடல், நாடகம் ஆகியவற்றை ஒலிபரப்பும் ஆய்வித்தது. இப்போது நாம் ரேடியோவில் பாடல்களையும் கேட்பதிலும் பாடுபவரையும் பார்க்கக்கூடிய வாய்ப்பைப் பெற்றிருக்கிறோம். இதைத் தொலைக்காட்சி (television) என்று அழைக்கின்றனர். தொலைக்காட்சி, ரேடியோவைவிட அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டாலும் ரேடியோவைவிட முன்னேறியுள்ளது. ரேடியோ, தொலைக்காட்சி ஆகியவை இன்றேல் வாழ்க்கை வெறிச்சோடியுவிடும் என்ற நிலைமை ஏற்படுவதைய உருவாக்கியுள்ளது. ரேடியோவில் மற்றொரு பகுதியாகிய ராடார் சமீபத்தில் நடந்த உலகப் பெரும் போரில் திகைப்பையே ஈர்த்தியிட்டது. ராடாரின் வானிலே ஆராய்ச்சிக் கண்டுபிடிப்புகள் நிகழ்கின்ற வேகத்தைக் காணும் போது அவை உலகிலேயே ஆற்றல் மிக்க தொலைதொக்கிகளைக் (telescopes) காட்டிலும் மிகச் சக்திவாய்ந்த கருவிகளாக ஆகிவிடுமெனத் தெரிகிறது. தற்கால வானவெளி ராக்கெட்டுகளிலும் செயற்கைக் கோள்களிலும் ராடார் மூக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. நிலவுக்குச் செல்வவெண்டும் என்ற நீண்ட நாளைய கனவு நற்போது நனவாகியுள்ளது.

இருபதாம் நூற்றாண்டில் ஸ்ரீபகுதியில் 1939-1945-ல் நிகழ்ந்த இரண்டாம் உலகப் பெரும் போர் ஈனத் வரலாற்றில் ஒரு மிக முக்கியமான கட்டமாகும். புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்

பட்ட அணுகுண்டு போன்ற முடிவுக்கும் கொண்டு வந்தாலும் ஜேர்மனியின் விமானப் படைமிக் பெரும்பகுதி ஜேர்மனியினரால் ரூடரின் துணைகொண்டே அழிக்கப்பட்டது. ஜேர்மனியினர் ரூடர் சாதனத்தை மிகத் திறமையாகப் பயன்படுத்தியதும், ஜேர்மனியர் அதைச் சரியாக உபயோகிக்கத் தவறியதுமே போரிக் ஜேர்மனியர் தோல்வியுறக் காரணமாக அமைந்தன. இதில் வேடிக்கை யாதெனில், ரூடரை ஒரு ஜேர்மனியரே முதன்முதலில் கண்டுபிடித்தார்.

1887ஆம் ஆண்டு ஹெர்ட்ஸ் (Hertz) என்ற விஞ்ஞானி ரேடியோ அலைகள் ஒளி அலைகளைப்போலவே எதிரொளிக்கப் பட்டு மின்கருவிகளில் பதிவு செய்யப்படுகின்றனக் கண்டார். 1904ஆம் ஆண்டில் கிறிஸ்தியான் ஹைன்ரிக் மையர் (Christian Heinrich Meyer) என்ற ஜேர்மனியர் பொறிமையல் வல்லுநர் தொலைவுப் பொருள்காட்டி (telemobiloscope) என்ற கருவியைக் கண்டுபிடித்தார். ஒளி, ஒளி அலைகளைப் பயன்படுத்தி வெகு தூரத்திலுள்ள உலோகப் பொருள்களை இக் கருவியினால் காண முடிந்தது. ஆனாலும், ஜேர்மனியர் ஹைன்ரிக் மையரின் பூதிர கண்டுபிடிப்பின் அக்கறை செலுத்தவில்லை.

1885ஆம் ஆண்டில் லோவ் (Lowy) என்ற அமெரிக்க விஞ்ஞானி எக்ஸ் மீதத்திலும் ரூடரை ஒத்த ஒரு கருவியைக் கண்டுபிடித்தார். இத்தையும் ஒருவரும் அங்கவளவாகக் கவனிக்க வில்லை.

1885-க்குள் 'அமெரிக்காவின் ரூடர் முதன்முதலாக தனது முதலுக்கு வந்துவிட்டது. கார்பனேஜ் நிறுவனத்தின் (Carnegie Institution) விஞ்ஞானிகள் அவன் மண்டவத்தின் உயர்த்தை மிக எளிய கருவிகளைக் கொண்டு அளந்தனர். அதிலிருந்து அமெரிக்கா ரூடர் ஆராய்ச்சியைத் தொடர்ந்து நடத்தினர்.

1880-ல் ஜேர்மனியர் அனாதாமுற மனத்தோடு ரூடர் ஆராய்ச்சியை மேற்கொண்டனர். ஆயினும், அவர்கள் 'திவரத் தாக்குதல்' முதலானவையொன்று எதிரிகளைத் தோற்கடிக்கும் வகையை வகுத்துவந்தனரா தனக்குத் தப்பாதுகாப்புக் கருவியாகிய ரூடரைக் குறித்து அங்கவளவாக அக்கறை எடுத்துக்கொள்ள வில்லை.

இரண்டாம் உலகப்போரில் பிரிட்டனின் தலை ஜேர்மனியரின் தலைக்கு முந்திலும் மாறுக இருந்தது. அவர்களின் படை வீரர்களின் எண்ணிக்கையும், போர்த் தளவாடங்களும் மிகக்



குறையாக இருந்தபடியால் எதிரிகின் விமானத் தாக்குதலை முன்கூட்டியே அதிரிக்கக்கூடிய ஒரு கருவி பிரிட்டனுக்குத் தேவையாக இருந்தது.

ஏதக்குறைய இதே தோத்தில் புழுவாய்த்த பிரிட்டிஷ் விஞ்ஞானி எட்லிங்டு ஆப்லிண்டன் (Appleton) பூமியைச் சுற்றி வுள்ள வாயு மண்டலத்தின் பற்பல அடுக்குகளின் உலராதை ரேடியோ அலைகளைக்கொண்டு அளந்து காண்பித்தார். ரேடியோ அலைகளை மேலே அனுப்பி, அவை உலரச் சென்று எதிரொளிக்கப் பட்டுக் கீழே வருவதற்கு ஆகும் நேரத்தை அளத்தார். மேலொரு புழுவாய்த்த பிரிட்டிஷ் விஞ்ஞானி ஸர் ராபெர்ட் வாட்சன் வாட் (Watson Watt) எதிரொளிக்கப்பட்டு வரும் ரேடியோ அலைகளை எதிரிகின் கதிக் குழாய் (cathode-raytube) ஒன்றில் செலுத்தி அதன் ஒளித்திரையில்லு படமாகக் காட்டலாம் என்று உணர்ந்திய பிரஞ்சுன் ராடாரின் முக்கியத்துவத்தை ஆங்கி லெயர்கன் உணர் ஆரம்பித்தனர். ஆனால், ராடாரின் முழுப் பயின்பாடும் அடைய அதிக் அளவில் ஆராய்ச்சி தேவைப்பட்டது.

இத் நிலையில் ராடார் ஆராய்ச்சியைப் புதுப்பெற்ற விஞ்ஞானி கண்டகிய ஒரு குழுவினரிடம் ஒப்படைத்தனர். இந்த ஆராய்ச்சி மிக இரகசியமாக நடந்துவந்தது. 1935ஆம் ஆண்டில் இங்கி வாத்தின் முதலாவது ராடார் வெற்றிகரமாகச் செய்யப்பட்டு ஆறு மைல் தூரத்தில் வரும் விமானத்தை மிகத்தெளிவாகக் காட்டியது. 1937-ல் விமானப் படைகளினுக்கு ராடார் பயிற்சி அளிக்கப் பட்டது. 1938ஆம் ஆண்டு ஜூலை மாதத்திற்குள் 80 மைல் தொகுக்கு அப்பால் வரும் விமானங்களைக் கண்டுபிடிக்க முடிந்தது. 1940ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் மாதத்தில் பிரிட்டனும் அமெரிக்காவும் தங்கள் ராடார் ஆராய்ச்சிகளை ஒன்றுபடுத்தின. ஆயிரக் கணக்கான விஞ்ஞானிகள் கோடிக்கணக்கான டாலர்களைச் செலவழித்து ராடார் ஆராய்ச்சி செய்த அதில் விவந்தரு வெற்றி பெற்றனர்.

ராடார் என்ற சொல் 'RADio Detection And Ranging' என்ற ஆங்கிலச் சொற்களில் உள்ள முன் எழுத்துகளைச் சேர்த்து உருவாக்கப்பட்ட ஒரு சொல்லாகும். எனவே, ராடார் என்பது ஒரு கருக்கப் பெயர். இது ஒரு தனிக்கருவியன்று; பல கருவிகளின் தொகுப்பாகும். ராடாரின் தத்துவம் மிக எளிதது; மிக மிகச் சாதாரணமானது. எப்படி ஒளி அலைகள் ஒரு தளத்தில் பட்டு எதிரொளிக்கப்படுகின்றனவோ அதேபோல் மின்காந்த அலைகளும் எதிரொளிக்கப்படுகின்றன. மின்காந்த அலைகளை உற்பத்தி செய்து

அவற்றை வெளியே அனுப்புகின்ற தோத்திரிக்குத் தானை எதிரோளிக்கப்பட்டு எதிரின் குழாயை வந்தடைவதற்கான தோத்திரக் கணக்கிட்டால் ராடார் சாதனத்திற்குத் திகிலூட்ட அங்களை எதிரோளிக்கின்ற பொருள் உள்ள தூரத்தை அளக்கலாம். இதிலே ராடாரின் தத்துவமும், ஒளியின் வேகம் மிக மிகக் குறைவு (1120 அடி/வினாடி), திகிலூட்ட அங்களோ மிக மிக வேகமாகப் பரவுகின்றன. (ஒரு வினாடிக்கு 1,86,000 மைல்கள்). எனவே, ராடாரில் திகிலூட்ட அங்கள் அல்லது ரேடியோ அங்களில் பயன்படுத்துகின்றனர். ரேடியோவில் பயன்படுகின்ற எவ்வாறான தத்துவங்களும் ராடாரிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எனவே, ராடாராய்வுப் பரீந்துகொள்வதற்கு அணுகவாய்ப்பும்தான் திகிலூட்ட அங்களாய்வும்தான் தெரிந்து கொள்ளவது அவசியம்.

ராடார், ரேடியோத் தொடர்பு-ஆவியை இரண்டும் ரேடியோ அங்களையே பயன்படுத்தினாலும்கூட, இந்த அங்கள் தன்மையில் ஒரே யாதிரி இருக்கப்போதிலும், ரேடியோ, ராடார் தொழிற்படும், மூன்றளவில் பல வேறுபாடுகள் உள்ளன. ரேடியோ அடுக்கத்தில் தொழிற்படங்கள் எல்லாவிதத்திலும் ஒத்திருக்கின்றன. ரேடியோ செயல்த் தொடர்பு மிக நீண்ட ரேடியோ அங்களை உபயோகிக்கும்போது ராடார் மிகமிகக் குறைந்த தீர்மான அங்களையே உபயோகிக்கின்றது. ரேடியோத் தொடர்பில் அங்களங்கள் பல கிலோமீட்டர்களுக்கும் அதிகமாக இருக்கும் பொழுது ராடாரில் அங்களங்கள் சில சமயங்களில் செல்குமீட்டர் அளவிலேயே இருக்கின்றன. அந்தவது ரேடியோவில் பயன்படுத்தப்படும் அங்களின் அடுக்கங்கள் மிகக் குறைவு. ராடாரில் பயன்படும் அங்களின் அடுக்கங்கள் மிக மிக அதிகம்.

மேலும் தங்குப் புலனாகின்ற வகையில் (video side) ரேடியோவுக்கும் ராடாருக்கும் அதிக மாறுபாடுகளுக்கான, ரேடியோவில்பேசிக் அல்லது பாட்டுகளை, ஏன்? தத்திக் குறியைக் கூட ஒலியாய்வுபோது அவை எத்தனிட மாற்றமும் இன்றிப் பரப்பப்படுகின்றன. ஆனால், ராடாரில் ஒரு கட்டுப்பாட்டிற்குப் பட்ட மாற்றம் ஒரு விதியாகவே ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டுள்ளது எனவே, ராடாரில் ஒலியாய்வும்தான் அங்கள் ஏறக்குறைய ஒரு திட்ட சதுர வடிவத்திலேயே அமைகின்றன.

ராடார் பரப்பி குறிப்பிட்ட இடைவெளிகளில் துடிப்புகள் (pulses) வெளியிடுகின்றது. இந்தத் துடிப்புகள் ஏறக்குறைய திட்ட சதுர வடிவத்திலேயே இருக்கின்றன. ஒரு துடிப்பு வெளியிடப்படுகின்ற தோத்திரமும், அது ஒரு பொருளில் பட்டு

எதிரொளிக்கப்பட்டு ஏற்பிகைய (receiver) வந்து அடைகின்ற நேரத்திற்கும் உள்ள இடைவேளையை அளக்கவேண்டும். இதற்கு ஒரு நேரகோட்டுக் காலவடி (linear time base) பயன்படுகின்றது. மீட்டர், அதாவது அளக்கவேண்டிய ஒரு பொருளின் தூரம் எதிரீயின் கதிக் குழாயின் ஒளித்திரையில் சுழைமாக அறியப்படிக் கிடைக்கிறது.

ராடாரைப்பற்றி ஆரீய மீள்குழாய்கள், மீள்கற்றுகள், அலை விவற்றிகள், திருத்திகள், கலக்கிப் பிரித்தல் மூறை, எதிரீயின் கதிக் குழாய் ஆலீயவற்றைப்பற்றிதம் தாம் ஓரளவு தெரித்து லொள்ள வேண்டியது அவலீயம்.

### மாதிர் வினாக்கள்

1. ராடாரின் தத்துவத்தைப்பற்றி நீ அறிவது யாது?
2. 'வினாஞானத்தின் வித்தைகளில் ராடாரும் ஒன்று.'  
இத்தக் கருத்தை விவாதத்திற்குக் கொண்டு வருக.

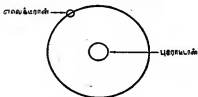
## 2. அணுவின் அமைப்பு

(Structure of the atom)

பொருள்களின் அமைப்பைப்பற்றி விஞ்ஞானிகள் நெடுங்காலமாக ஆராய்ந்து வந்திருக்கின்றனர். கி. மு. ஐந்தாம் நூற்றாண்டில் டீமோக்கிரீடீஸ் விஞ்ஞானிகள் அணுக்கள் என்றும், டிமோக்ரிட்டஸ் முதல் டீமோப் பொருள்கள் யாவும் மறுக்கப்பட முடியாத வெகு சிறிய அணுக்களால் ஆனவை என்று நம்பினர். இவையே அவர் களுக்குப் பின்னும் வந்த டால்டன் என்பாரும் வலியுறுத்தினார். கி. பி. 1815-ல் பிரீஸ்ட் (Prout) என்பவர் எல்லாத் தனிமங்களும் (elements) கடைபாட்டின் அணு எடைபின் மூலம் எண் மடங்கு களால் ஆனவை என்று கூறினார். ஆனால், தாள்கையில் அணு எடைகள் திருத்தமாக அளக்கப்பட்டபொழுது அவற்றில் பல மூலம் எண்களாக இருப்பென்று தெரியவந்தது. அதனால் பிரீஸ்ட்டின் கொள்கை கைவிடப்பட்டது. நேராகத்தான் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகள் முன்னேற்றமடைந்தபொழுது அதே கொள்கை பல மாற்றங்களுடன் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது.

சென்ற நூற்றாண்டில் ஆண்டுக்கொரு பொருள்களின் அமைப்பைப்பற்றி அறிஞர்கள் கண்ட முடிவுகள் பெரும் விவர பித்திரியவை. அணுவின் அமைப்பு ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தை ஒத்திருக்கவேண்டும் என்று கருதினர். சூரியன் ஒரு விண்மீன். இவ் விண்மீன் சுற்றிப் பலகோள்கள் தீர்வட்டங்களில் (ellipses) ஓடுகின்றன. இவையெல்லாம் எந்த அணுவிலும் இயற்கை வாதீ தருகிறது. ஒரு பொருளின் பிரித்துக்கொண்டே செல்லும் பொழுது கடைசியாக மேலும் பிரிக்கமுடியாத துண்ணிய தனித்த பண்டுகள்வாய்ந்த பொருள்கள் தனிமங்கள் என அழைக்கப் படுகின்றன. இந்தவை தனிமங்கள் இயற்கையில் தொண்ணூற்றாண்டு வகைகள் உள்ளன. மேலும் விஞ்ஞானிகள் பதினொரு வகைப் புதிய தனிமங்களை உண்டாக்கியுள்ளனர். இயற்கையின் கிடைக்கின்ற தனிமங்களுள் முதல் தனிமம்

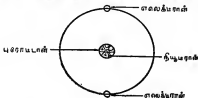
தைட்டிரஜன். இத் தனிமத்தின் அணு மிக எளிய அமைப்பைக் கொண்டது. இந்த அணுவின் உள்சே புரோட்டான் (proton) என்ற ஒரு அமைத்துள்ளது. புரோட்டானைச் சுற்றி எலெக்ட்ரான் வலம் வருகின்றது. புரோட்டான், எலெக்ட்ரான் ஆகியவற்றின் அமைப்பு, படம் 2-1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 2-1

தைட்டிரஜன் அணுவின் அமைப்பு

புரோட்டான், எலெக்ட்ரான் ஆகியவை அடிப்படைத் துகள்களாகும். இவை நிறை (mass), மின்னூட்டம் (charge) முதலியவற்றில் மாறுபடுகின்றன. அணுவின் உட்கருவிக் புரோட்டனுடன் கூட நியூட்ரான் (neutron) என்ற வேறு ஒரு பொருளும் உள்ளது. ஆனால், இது தைட்டிரஜன் அணுவில்



படம் 2-2

ஹீலியம் அணுவின் அமைப்பு

கிடையாது. மற்ற அணுக்களில் உண்டு. உதாரணமாக ஹீலியம் (helium) அணுவின் அமைப்பு, படம் 2-2-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

தனிமம் அணுவில் உட்கருவில் இரண்டு புரோட்டான்களும் இரண்டு நியூட்ரான்களும் உட்கருவை ஆக்கியிருந்தன. அவற்றைச் சுற்றி இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் ஊட்டப் பாதையில் வலம் வருகின்றன. இதன் போலிய மித்தியம் அணுவின் உட்கருவில் மூன்று புரோட்டான்களும் நான்கு நியூட்ரான்களும் உட்கருவை ஆக்கியிருந்தன. மித்தியம் அணுவின் உட்கருவைச் சுற்றி மூன்று எலெக்ட்ரான்கள் ஓடுகின்றன.

மேலே உதர்பவந்ததன்போலவே தொண்ணூற்றாண்டாவது தனிமமாகிய புரோனியத்தின் (promethium) தொண்ணூற்றாண்டு எலெக்ட்ரான்கள் உட்கருவைச் சுற்றி வருகின்றன. புரோனியம் அணுவின் உட்கருவில் தொண்ணூற்றாண்டு புரோட்டான்களும், நன்ற நூற்பத்தாறு நியூட்ரான்களும் மிக வலிமையுடன் ஊட்டி இருக்கின்றன. இவ்வாறே எவ்வாறு தனிமங்களிலும் இவற்றைவிட ஆட்சி நிலவுகின்றது. மொத்தமாக உட்கரு நூற்று மூன்று தனிமங்களையும் அவற்றின் குணங்களின் அடிப்படையில் இரகசிய விஞ்ஞானி மெண்டலீவ் (Mendeleef) என்பவர் வரிசைப்படுத்தினார். அன்ற அவர் ஏற்படுத்திய தனிமங்களின் அட்டவணை மிகவும் வந்தியத்தின் வந்த விஞ்ஞானிகளாக மாற்றப்பட்டும் வளர்த்தும் வந்திருக்கின்றது.

எந்த ஒரு தனிமத்தின் அணுவிலும் புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் சமமாகும். புரோட்டான்கள் நேர் மின்னேற்றம் (positive charge) உடையவை. எலெக்ட்ரான்கள் எதிர் மின்னேற்றம் (negative charge) உடையவை. எனவே, இவையான நிலை உட்கரு அணு மின்னேற்றத்தில் நடுநிலை வகிக்கின்றது. ஓர் அணுவிலுள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை அவ்வு அணுவின் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அணு எண் (atomic number) எனப்படும். உட்கருவிலுள்ள நியூட்ரான், மின்னேற்றம் அற்றதாகும். ஓர் அணுவிலுள்ள புரோட்டான், நியூட்ரான் ஆகியவற்றின் மொத்த எடை அணு எடை (atomic weight) என்று அழைக்கப்படுகிறது. மின்னூட்டத்திற்கான நியூட்ரான் புரோட்டான்களைவிட மூன்று மடங்கு அதிகமான நிறைவுடன் புரோட்டானும் நியூட்ரானும் சமமாகவும் புரோட்டான், நியூட்ரான், எலெக்ட்ரான் ஆகியவற்றின் நிறை, மின்னூட்டம் முதலிய பண்புகள் அட்டவணை 2.1-ல் தொகுத்துத் தரப்பட்டுள்ளன.

அணுவின் உட்கருவைச் சுற்றி எலெக்ட்ரான்கள் ஊட்டப் பாதையில் ஓடுகின்றன என்று யாழ்வேதம், ஆனும், அவையாவும்

அட்டவணை 3.1.

துகன	நிறை (கிராம்)	மின்னூட்டம் (நிலைமின்சார அலகு)
புரோட்டான்	$1.67289 \times 10^{-24}$	$+ 4.8029 \times 10^{-10}$
எலெக்ட்ரான்	$9.1088 \times 10^{-28}$	$- 4.8029 \times 10^{-10}$
நியூட்ரான்	$1.67470 \times 10^{-24}$	0

ஒரு வட்டப்பாதையில் ஓடவில்லை. ஓர் அணுவிலுள்ள பல்வேறு எலெக்ட்ரான்கள் பல்வேறு சுற்றுப் பாதைகளில் (shells) செல்லுகின்றன. முதல் சுற்றுப்பாதையில் இரண்டு எலெக்ட்ரான்களும், இரண்டாவது சுற்றுப்பாதையில் எட்டு எலெக்ட்ரான்களும், மூன்றாவது சுற்றுப்பாதையில் பதின்மூன்று எலெக்ட்ரான்களும், நான்காவது சுற்றுப்பாதையில் முப்பத்திரண்டு எலெக்ட்ரான்களும் ஒடுகின்றன. மேலும் முதல் சுற்றுப்பாதை ஒரே சுற்றுப் பாதையாகவும், இரண்டாவது இரண்டு துணைச் சுற்றுப்பாதைகளாகவும், மூன்றாவது மூன்று துணைச் சுற்றுப்பாதைகளாகவும் அமைந்துள்ளன. இவற்றைப்பற்றியெல்லாம் இங்கு விவரித்துக் கூற இயலாது.

அணுவின் உட்கருவிற்கு அருகேயுள்ள சுற்றுப்பாதைகளில் இயங்கும் எலெக்ட்ரான்கள் அக் கருவுடன் மிக வலிமையாக ஈர்க்கப்பட்டு வலம்வருகின்றன. இவற்றில் கவர்ச்சி வலிமை அதிகம். கருவிற்குத்து அநிக தூரத்திலுள்ள சுற்றுப்பாதைகளில் இயங்கும் எலெக்ட்ரான்கள் ஆய்வளவு அதிகமான கவர்ச்சிக்கு உட்படுவதில்லை. இத்தகைய எலெக்ட்ரான்களின் உதவியால்தான் அணுக்களிடையே தொடர்பு உண்டாகி அதன் பயனுய்க் கூட்டுப் பொருள்கள் (compounds) உண்டாகின்றன. புறத்தே உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட அணுக்கருவுடனும் தொடர்புகொள்ளாது அணுக்களிடையே உலவுகின்றன. இவை புறப்பணி எலெக்ட்ரான்கள் (valence electrons) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய புறப்பணி எலெக்ட்ரான்களே வெப்பம் (heat), மின்சாரம் (electricity) ஆகியவற்றைக் கடத்துகின்றன.

உலோகங்களில் புறப்பணி எலெக்ட்ரான்கள் மலிந்துள்ளன. எனவேதான் அலுமினியம், செம்பு, டக்ஸ்டன் முதலிய உலோகங்கள் வெப்பத்தையும் மின்சாரத்தையும், எளிதாகவும் அதிக அளவிலும் கடத்துகின்றன. கரி (carbon) அலோகமாக இருந்த

போதிலும் மின்சாரத்தை நன்கு கடத்துகின்றது. கத்தகம் முதலிய பொருள்களில் புறப்பணி எலெக்ட்ரான்கள் இல்லை என்றே கூறலாம். இவற்றைக் கடத்தாப் பொருள்கள் (non-conductors) அல்லது அரிதிற் கடத்திகள் (insulators) என்று அழைக்கின்றோம். இவ் வீரண்டு வகைகளுக்கும் மேலாக இவற்றுக்கிடையான பண்புகள் உள்ள சில பொருள்களும் உள்ளன. இவற்றைக் குறை கடத்திகள் (semi-conductors) என்கிறோம். இவ் வகைக்கு உதாரணம் ஜெர்மேனியம் (germanium), பாஸ்பரஸ் (phosphorus) முதலியன ஆகும். செம்பு, அலுமினியம் போன்ற உலோகங்கள் கம்பிகளாக இழுக்கப்பட்டுக் கடத்திகளாகவும், குறை கடத்திகள் வரான்சிஸ்டர்கள் (transistors) உருவாக்கவும் பயன்படுகின்றன.

### மாநிரி வினாக்கள்

1. அணுவின் அமைப்பைப்பற்றி ஒரு கட்டுரை வரைக.

2. சிறு குறிப்பு வரைக :

(a) அணு எண்ணும் அணு எடையும்.

(b) புறப்பணி எலெக்ட்ரான்கள்.

(c) குறை கடத்திகள்.

3. எல்லாத் தனிமங்களின் அணுக்களும் பல அடிப் படைத் துகள்களால் ஆனவை. அவற்றில் முக்கியமான மூன்றைக் குறிப்பிடுக. இந்த மூன்றில் எந்த இரண்டு துகள்கள் அணுக்கருவில் உள்ளன? மின்னூட்டமில்லாத துகள் யாது?



### 3. ரேடியோ அலைகள்

(Radio Waves)

தந்தி, டெலிபோன் முதலியவை நமக்கு மிகவும் பழக்கமாகி விட்டபடியால் அவற்றைக் கண்டுபிடிப்பதில் விஞ்ஞானிகள் அனுபவித்த சிரமங்களை நாம் உணர்வதில்லை. ஆனால், ரேடியோ, ராடார், தொலைக்காட்சி ஆகியவை இன்னும் புதுமைவாகவே இருந்துவருகின்றன.

ஒளி அலைகள் காற்றில் ஒரு வினாடிக்கு 1,180 அடி வேகத்தில் செல்வதாகப் பார்த்தோம். இக் காலத்திய போர் விமானங்கள், ஸ்டீட் விமானங்கள் ஆகியவற்றின் வேகத்துடன் ஒப்பிடும்போது ஒளியின் வேகம் மிகமிகக் குறைவு. எனவே, ஒளி அலைகளை ராடாரில் பயன்படுத்த முடியாது. ஆனால், ரேடியோ அலைகள் அகிலது மீள்காத்த அலைகள் (electromagnetic waves) ஒரு வினாடிக்கு 1,86,000 மைல் வேகத்தில் செல்லுகின்றன. எனவே, மீள்காத்த அலைகளை ராடாரில் பயன்படுத்துகின்றனர். மீள்காத்த அலைகள் மீள்காத்த ஆற்றலினால் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

மாக்ஸ்வெல் (Maxwell) என்ற முற்பெற்ற விஞ்ஞானி தமது கணிப்பீசின் மூலமில் மீள்காத்த இறக்கத்தின் (electromagnetic discharge) விளைவாக மீள்காத்த அலைகளை உண்டாக்கவல்லாம் என்று முடிவு செய்தார். 1867ஆம் ஆண்டில் ஹேர்ட்சு, மாக்ஸ்வெலின் முடிவு சரியானது என்று நிரூபித்துக் காட்டினார். ஹேர்ட்சு, தூண்டு மின்கம்பிச் சுருள்களைச் சிற்ற தூரத்தில் வைத்து ஒன்றினால் மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சினார். உடனே மற்ற சுருளில் மின்சாரம் ஒரு தீப்பொறி வடிவமாகத் தாண்டிக் குதித்தது. தீப்பொறிகள் தொடர்ச்சியாக இவ்வாறும் விட்டுவிட்டு உண்டாவின. இவையே மாக்ஸ்வெலின் மீள்காத்த அலைகளாகும். ஹேர்ட்சு அக் வலைகளின் அதிர்வு எண் (frequency), அலை நீளம் (wave length) ஆகியவற்றைக் கணித்தார்.

அவற்றிற்கு ரேடியோ அலைகள் என்று பெயர் சூட்டினார். மின்சார அலைகளைக் கம்பியின் உதவியின்றியே ஒர் இடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்குச் செலுத்தி வெற்றி கண்டார். மேலும் பல ரேடிகளைத் தடத்தி ஹெர்ட்சு மின்சார அலைகளை ஒளி அலை களைப்போல் திருப்பியும் கிடைச் செய்தும், இவை ஒளி அலைகளைப் போன்றவை என்று திருபித்தார். ஹெர்ட்சின் சிறந்த கண்டு பிடிப்புகள் ரேடியோ, ரட்டர், தொலைக்காட்சி ஆகியவற்றிற்கு வழிகாட்டியாக அமைந்தன.

கிடைக்கிறதும் ஒளி அலைகள் பரவுகின்றன. மருத்து வர்கள் பயன்படுத்தும் சில தனிவகை கிடைக்குகளிலிருந்து நம் கண்ணுக்குப் புலனாகாத புற ஊதாக் கதிர்களும் (ultra violet rays) புறச் சிவப்புக் கதிர்களும் (infra red rays) கிடைப்புகின்றன. நெருங்கியிருந்து வெப்பக் கதிர்வீசல் தடைபெறுகின்றது. எக்ஸ் கதிர்க் குழுவிலிருந்து எக்ஸ்-கதிர்கள் (X-rays) தோன்றுகின்றன. ரேடியம் (radium) போன்ற பொருள்களிலிருந்து தாமசாவே காமாக் கதிர்கள் (gamma rays) வெளிவருகின்றன. இவ்வாறு பலவிதமாக அலைகள் இருக்கக் காண்கிறோம். மின்சாரத் துறை அலைப்படுத்திக் கூறிய மாக்ஸ்வெல் இக் கதிர் வீச்சுகள் யாவும் ஒரே வகையைச் சார்ந்தவை என்றும், ஒரே பண்புடையவை என்றும், ஒரே வேகத்தில் பரவுகின்றவை என்றும், இவை யாவும் மின்சாரத் துறை அலைகளே என்றும் கூறினார். இந்த அலைகள் யாவும் ஒரு விநாடிக்கு 1,86,000 மைல் வேகத்தில் பரவுகின்றன.

ஒரு நீர்ப்பரப்பின் நடுவில் ஒரு கல்லுப் போடுவதாகக் கொள் வோம். நீர்ப்பரப்பில் அலைகள் உண்டாகிப் படம் 3-1-ல் காட்டிய படி மூக்குகளும் (crests) அடுக்குகளும் (troughs) உண்டாகின்றன.



படம் 3-1

நீர்ப்பரப்பில் அலைகளின் அமைப்பு

இவை கல் விழுந்த இடத்திலிருந்து உருவாகி ஒன்றாகித் திசைகளிலும் சென்றுகொண்டே இருக்கின்றன.

ஒரு குறிப்பிட்ட மூலம் ஒரு வினாடிக்குச் செல்லும் தூரம் அலைகளின் வேகம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. அடுத்தடுத்த இரு மூலங்கள் அல்லது இரு அலைகள் ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான தூரத்தை அலைநீளம் என்கிறோம். ஒரு வினாடிக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட மூலம் செல்லக்கூடிய தூரத்தில் எத்தனை மூலங்கள் இருக்கின்றனவோ அதை அதிர்வு எண் என்கிறோம். அலை வேகம், அலைநீளம், அதிர்வு எண் ஆகியவை அலையின் அடிப் படைப் பண்புகளாகும். அலை திசைத்தையும் அதிர்வு எண்ணையும் பெருக்கிவரும் பெருக்கற் பவன் அலைவேகமாகும். அலை வேகத்தை  $C$  என்ற எழுத்தாலும், அதிர்வு எண்ணை  $n$  என்ற எழுத்தாலும், அலைநீளத்தை  $\lambda$  (Lambda) என்ற எழுத்தாலும் குறித்தால்  $C = n\lambda$  என்ற வாய்பாடு இவை மூன்றிற்குமிடையேயுள்ள தொடர்பைக் குறிக்கும்.

மிகச்சுத்த அலைகள் யாவும் ஒரே வேகத்தில் செல்லுகின்றன என்று பார்த்தோம். அவற்றின் அதிர்வு எண் அதிகமாகும் அலைநீளம் குறையும். அதிர்வு எண் குறைந்தால் அலைநீளம் அதிகரிக்கும். மிகச்சுத்த அலைகளைப்பற்றிய மற்றொரு உண்மையும் உண்டு. அலைகளின் வீச்சு (amplitude) அதிகரித்தால், அலைகளின் வலிமைவும் (intensity) அதிகரிக்கும். உண்மையில் அலையின் வலிமைவும் வீச்சின் இருமடிமும் ஒரே விகிதத்தில் இருக்கும்.

மிகச்சுத்த அலைவரிசையில் ஒரு மில்லிமீட்டர் முதல் 80,000 மீட்டர்வரை அலைநீளமுள்ள பல்வேறு பகுதிகள் உள்பட, அவை, அவற்றின் அதிர்வு எண், அலைநீளம், அவற்றைப் பயன்படுத்தும் சாதனங்கள் ஆகியவற்றைக் கீழ்க்கண்ட அட்டவணை 3.1-ல் காணலாம்.

அட்டவணை 3.1.

பகுதி	அடுக்கம் (அதிர்வு எண்)	அலைநீளம் (மீட்டர்)	பயன்
மிகக் குறைந்த அடுக்கம் (Very low frequency)	$10^4$ $8 \times 10^4$	$8 \times 10^4$ $10^5$	மொபைல் ரேடியோ (Mobile Radio)
குறைந்த அடுக்கம் (Low frequency)	$8 \times 10^4$	$10^5$	மொபைல் ரேடியோ ரேடியோ வழிப்படுத்தல் (Radio Navigation)

அட்டவணை 8.1. (தொடர்ச்சி)

மத்திய அடுக்கம் (Medium frequency)	$3 \times 10^6$	$10^5$	வானொலி
அதிக அடுக்கம் (High frequency)	$3 \times 10^7$	$10^4$	அனைத்துக்க வானொலி அமெரிசூர் வானொலி அணுக்கரு ஆராய்ச்சி
மிக அதிக அடுக்கம் (Very high frequency)	$3 \times 10^9$	$1 = 10^0$	தொலைக் காட்சி (Television)
மிகப் பெரும் அதிக அடுக்கம் (Ultra high frequency)	$3 \times 10^9$	$\lambda_0 = 10^{-1}$	ரேடியோவானியல் (Radio Astronomy)
மைக்ரோ அலைகள் (Micro waves)	$3 \times 10^{11}$	$\lambda_{\text{மிக்ரோ}} = 10^{-2}$	ரூடரர் (Radar)

### மாநிரி வினாக்கள்

1. மின்காந்த அலைகளைப்பற்றி நீ அறிவது யாது?

2. மின்காந்த அலைகள் பரப்பில் வானொலி, தொலைக்காட்சி, ரூடரர் ஆகியவற்றில் பயன்படும் அடுக்கங்களையும் அவற்றின் அலை நீளங்களையும் தொகுத்து வரைக.

3. சிறு குறிப்பு வரைக :

- மின்காந்த அலைகளின் அடுக்கம், அலைநீளம், வீச்சு.
- புற ஊதாக் கதிர்களும் புறச் சிவப்புக் கதிர்களும்.
- அகடுகளும் மூடுகளும்.

## 4. மின்னோட்டம்

(Current)

நீர் உயர்ந்த இடத்திலிருந்து பள்ளத்தை நோக்கி ஓடி வருகிறது. நீரோட்டம் இருக்கவேண்டுமானால் நீர்ப்பட்ட வேறு பாடுவேண்டும். இதைப்போலவே ஒரு கடத்தலில் மின்னோட்டம் திகழ வேண்டுமானால் ஐரிப்பீட்டி- இரு புள்ளிகளுக்கிடையில் மின்னழுத்த வேறுபாடு (potential difference) வேண்டும். இந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு மின்-இயக்கு விசையினால் (electro-motive force) ஏற்படுகிறது. இந்த மின்-இயக்கு விசை மின்கலன்களிலிருத்தும், டைனமோக்களிலிருத்தும் பெறப்படுகின்றது. வோல்ட்டா மின்கலனம் (voltaic cell), டெக்லாஞ்சி மின்கலனம் (Leclanche cell), பகை மின்கலனம்(dry cell), சேமிக்கலம் (accumulator) ஆகியவற்றில் மின்னோட்டம் எப்போதும் ஒரே திசையிலேயே திகழ்கிறது. எனவே, அதற்கு ஒருதிசை மின்னோட்டம் (direct current) என்று பெயர்.

மின்னோட்டத்தைப்பற்றிப் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் தொடக்கத்திலிருந்தே விஞ்ஞானிகள் ஆறித்து வந்திருக்கின்றனர். ஆயினும், மின்னோட்டத்தின் உண்மையான விளக்கம் இந்த நூற்றாண்டில் ஆரம்பத்தில்தான் கிடைத்தது. எலெக்ட்ரானின் ஓட்டமே மின்னோட்டமாகும். நாம் ஒரு புகைவண்டியில் அமர்ந்து செல்லும்போது வெளியிலுள்ள மரக்கல் எதிர்த்திசையில் ஓடுவது போல் தோன்றுகின்றன. ஆனால், உண்மையில் புகைவண்டியான ஓடுகிறது. அதைப்போலவே மின்னோட்டத்திலும் எலெக்ட்ரான்க்கள்தாம் ஓட்டத்திலிருந்து பிரிதோர் இடத்திற்கு ஓடுகின்றன. சாதாரணமாக நேர்மின்வாயிலிருந்து, எதிர்மின்வாய்க்கு மின்னோட்டம் திகழ்கிறது என்று கூறினாலும் உண்மையில் எலெக்ட்ரான்க்கள்தாம் எதிர்மின்வாயிலிருந்து நேர்மின்வாய்க்கு ஓடுகின்றன என்று விஞ்ஞானம் கூறுகின்றது.



விதித்ததிலும் குறுக்களவிற்கு எதிர்வித்தத்திலும் இருக்கும். கடத்தியின் தன்ம் அதிகமாகாலும், குறுக்களவு குறைந்தாலும் மின் தடை அதிகமாகும்.

மேலே சொல்லப்பட்ட தத்துவங்களை ஆடிப்படையாகக் கொண்டு இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட மின்தடைகளை இணைத்துக் கூடுதலான மின்தடையையோ அல்லது குறைவான மின்தடையையோ அடையலாம். மின்தடைகள் பொதுவாக இரண்டு விதங்களில் இணைக்கப்படுகின்றன : 1. தொடர் இணைப்பு முறை (series grouping), 2. பக்க இணைப்பு முறை (parallel grouping).

தொடர் இணைப்பு முறை :

இம் முறையில் ஒரே மின்னோட்டம் கடத்திகளின்மூலம் பரஸ்பரம் வன்மம் அமைவனின் ஒன்றின் மூலியோடு மற்றொன்றின் மூலியை இணைக்கப்பட்டிருக்கும். மின்தடைகள்  $R_1, R_2, R_3$  அளவுள்ள மூன்று கடத்திகளைத் தொடர் இணைப்புமுறை சேர்த்திருப்பதாகக் கொள்வோம். ஆக கடத்திகளின் வழியே  $C$  ஆம்பியர் மின்னோட்டம் செல்வதாகக் கொள்வோம்.  $R_1, R_2, R_3$  இவைகளில் மூலிகளாகியவையுள்ள மின்னழுத்தவெறுபாடுகள்  $V_1, V_2, V_3$  எனக் கொள்வோம்



புலம் 4-1

தொடர்இணைப்பு முறை

$V$  என்பது இணைப்பின் இரண்டுனைகளுக்கிடையேயுள்ள மின் மட்ட வேறுபாடாகும்,

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\text{ஆனால் } V_1 = CR_1, V_2 = CR_2, V_3 = CR_3$$

$R$  என்பது  $R_1, R_2, R_3$ -க்கு இணைமற்றத (equivalent) தடை ஆகும்,  $V = CR$

$$\text{எனவே, } CR = CR_1 + CR_2 + CR_3.$$

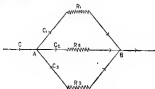
எ.எ.-2

அதாவது,  $R = R_1 + R_2 + R_3$ .

தொடர் இணைப்பில் இணைமாற்றாகக் கடத்திகளின் தடை மிகத்தடைகளின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமம்.

பக்க இணைப்பு முறை :

இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட கடத்திகளின் ஒரு பக்க மூலிகளை ஒரு புள்ளியிலும் மற்றப் பக்க மூலிகளை வேறொரு புள்ளியிலும் இடுக்குமாறு இணைத்தால் அம் முறை பக்க இணைப்பு முறை எனப்படும். இம் முறைகளில் ஒவ்வொரு கடத்தியின் இடைமேயுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு ஒரே அளவினதாக இருக்கும். ஆனால் அவற்றில் பாயும் மின்னோட்டங்கள் வெவ்வேறு அளவினவாக இருக்கும்.



படம் 4-2.

பக்க இணைப்பு முறை

$AB$  என்ற புள்ளிகளுக்கிடையே படத்தில் காட்டியபடி  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  என்ற மூன்று மின்தடைகளை இணைத்திருப்பதாகக் கொள்வோம்.  $A$  என்ற புள்ளியில் போளும் மின்னோட்டம்  $C$  ஆகியவ்  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  என மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரித்து மூன்றையே  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  வழியே சென்று மீண்டும்  $B$  என்ற புள்ளியில் ஒன்று சேருகின்றன.

ஆகவே,

$$C = C_1 + C_2 + C_3.$$



ஒவ்வொரு கடத்தியின் இரு முனைகளிலுமிடையேயுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு  $V$  வேகம். என்றும், ஒவ்வீ மிதிப்படி,

$$C_1 = \frac{V}{R_1}, C_2 = \frac{V}{R_2}, C_3 = \frac{V}{R_3}$$

$R$  என்பது  $R_1, R_2, R_3$ க்கு இணைமாற்றத் தடைவாகும்

$$V = CR \text{ அல்லது } C = \frac{V}{R}.$$

$$\text{ஆகவே, } \frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

$$\text{அல்லது } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

பக்க இணைப்பில் சேர்க்கப்பட்ட தடைகளின் இணைமாற்றத் தடை கடத்திகளின் தனித்தனி மின்தடைவையவிடக் குறைவாக இருக்கும்.

செயல் முறையில் பலவகை மின்தடைகள் வந்துள்ளன. கரித்ரான் (carbons) மின்தடை, உலோகக் கம்பி (wire wound), மின்தடை ஆகியவை மூக்கியமானவையாகும். முதல் வகையில் கடத்தாப் பொருளான ஒரு சிறு குழாயில் கரித்ரான் திணிக்கப் பட்டு இருமுனைகளிலும் கம்பி இணைக்கப்பட்டிருக்கும். கரித்ரான் மின்தடையின் உடலின் நிறத்தைக் கொண்டும், ஒரு முனையின் நிறத்தைக் கொண்டும் உடலிலுள்ள புள்ளியின் நிறத்தைக் கொண்டும் மின்தடையின் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம். இந்த வரிசை முறையை BED என்ற வரித்தையினால் ஞாபகத்தில் வைத்துக்கொள்ளலாம். இங்கு B—Body என்ற சொல்லையும், E—End என்ற சொல்லையும், D—Dot என்ற சொல்லையும் குறிக்கும். இது பழைய முறையாகும். புதிய முறையில் மின்தடையின்மேல் பெயர்வேறு நிறங்களில் மூன்று வரிவயங்கள் இருக்கும். முதல் வரிவயம் ஓர் இலக்கத்தையும், இரண்டாவது வரிவயம் அடுத்த இலக்கத்தையும் மூன்றாவது வரிவயம் சேர்க்க வேண்டிய சுழிகளையும் (zeros) குறிக்கும்.

மேலேயு திறக்கவும். அவற்றிற்கான இலக்கங்களும் கீழே  
புள்ள அட்டவணியில் தரப்பட்டுள்ளன.

நிறம்	இலக்கம்	இலக்கம்	சுழிகள்
கறுப்பு (Black)	உபயோகிப்பதில்லை	0	உபயோகிப்பதில்லை
பழுப்பு நிறம் (Brown)	1	1	0
சிவப்பு (Red)	2	2	00
ஆரஞ்சு (Orange)	3	3	000
மஞ்சள் (Yellow)	4	4	0000
பச்சை (Green)	5	5	00000
நீலம் (Blue)	6	6	000000
ஊதா (Purple)	7	7	உபயோகிப்பதில்லை
நீலமேலு (Grey)	8	8	உபயோகிப்பதில்லை
வெள்ளை (White)	9	9	உபயோகிப்பதில்லை

உதாரணம் :

ஒரு கலி மின்தலையில் சிவப்பு, பச்சை, மஞ்சளான மூன்று  
வணிகங்களிருப்பதாகக் கொள்வோம். அதன் மின்தலை  
2-5-0000, அதாவது, 250,000 ஒங்களாகும். அதாவது  
1 செக்-ஒம் ஆகும். இதவே மற்ற மூன்றில் மின்தலையின்  
உடல் சிவப்பாகவும், மூன்று பச்சையாகவும், புள்ளி மஞ்சளாகவும்  
இருக்கும்.

மேலே கொடுக்கப்பட்டதைத் தவிர நான்காவதாக, நம்கம்  
அவ்வது வெள்ளியின் திறத்தில் ஒரு வணிகம் கலி மின்தலையீது  
இருக்கும். இது கலி மின்தலையின் நோராய அளவிட்டலுக்  
கணக்கில் உதவும். இந்த வணிகமே நான்காவது வணிகமாக  
எண்ணப்படவேண்டும்.

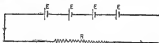
உலோகக் கம்பி மின்தடையில் ஆதிக மின்தடையுடைய புரோக்சா (varuka), நரக்ரோம் (nicrome), மாங்கனின் (manganin) போன்ற உலோகங்களான வெள்ளிய கம்பி மூன்றையும் ஆதேக சுற்றுகளாகச் சுற்றப்பட்டு இரு முனைகளில் கம்பி இணைப்புக் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும்.

மேலே கண்டவைகளைத் தவிர ராடர் சாதனங்களில் பயன் படும் மின்தடங்களில் மேலும் இருவகை உண்டு. 1. மாறு மின்தடை (variable resistance), 2. மாறு மின்தடை (fixed resistance). இவைகளிலும் கரிமின்தடை, உலோகக் கம்பி மின்தடை என இருவகை உண்டு.

மின் கடத்திகளை இணைப்பதுபோலவே மின் கலங்களையும் இணைக்கலாம். பல மின் கலங்களை இணைப்பதால் ஒரு மின்கல அடுக்கு (battery) கிடைக்கிறது. மின்கலங்களையும் தொடர் இணைப்பு மூலம், பக்க இணைப்பு மூலம் ஆகிய இரு முனைகளில் இணைக்கலாம்.

தொடர் இணைப்பு மூலம் (Series grouping):

இம் மூலையில் முதல் மின்கலத்தின் எதிர்முனை இரண்டாவது மின்கலத்தின் நேர்முனைபுடனும், இரண்டாவது மின்கலத்தின் எதிர்முனை மூன்றாவது மின்கலத்தின் நேர் முனை புடனும், இவ்வாறு அடுத்தடுத்து இணைத்து, முதல் மின்கலத்தின் நேர் முனையும், கடைசி மின்கலத்தின் எதிர்முனையும் ஒரு மின்தடையின் இரு முனைகளுடன் படத்தில் காட்டியவாறு இணைக்கப்படுகின்றன.



படம் 4-3

மின்கலங்கள் தொடரிணைப்பு மூலம்

ஒவ்வொரு மின்கலத்தின் மின்னியக்கு விசை  $E$  கோட்பட்டாலும், அகமின்தடை (internal resistance)  $r$  ஒவ்வொரு கலம் கோல் கோல்.  $n$  மின்கலங்களைப் புறமின்தடை (external resistance)  $R$  மூலம் இணைத்தால்,

மின்கல அடுக்கின் மொத்த மின்னியக்கு விசை =  $nE$  சுற்றின் மொத்த மின்தடை =  $nr + R$

ஒரு விதிப்படி சுற்றில் மின்தொட்டம்  $C = \frac{nE}{nR+R}$

$r \ll R$  ஆனால்

$$C = \frac{nE}{R} = nC_1$$

$r$ -ன் மதிப்பு  $R$ -ஐவிடக் குறைவாக இருப்பதால் மிக மிகச் சிறியதாக இருத்தால் மின்னம் அடுக்கு கொடுக்கும் மின்தொட்டம், ஒரு மின்னம் கொடுக்கும் மின்தொட்டத்தைப்போல  $n$  மடங்காகும்.

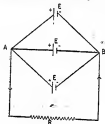
$R$ -ஐவிடக் குறைவாக  $r$  மிகப் பெரியதாக இருத்தால்,

$$C = \frac{nE}{nr} = \frac{E}{r}$$

இது ஒரு தனி மின்னம் கொடுக்கும் மின்தொட்டமாகும். எனவே, புறமின் தடையின் மதிப்போடு ஒப்பிடும்போது மின்னம் களின் கூட்டு அகமித்தடை மிகச் சிறியதாக இருந்தால்தான் தொடர் இணைப்புமூலம் பலனுண்டு என்று அறிகிறோம்.

பக்க இணைப்பு முறை (Parallel grouping):

இந்த வகை இணைப்பில் எல்லா மின்னங்களின் தேர் முனைகள், ஒரு புள்ளியிலும், எதிர் முனைகள் ஒரு புள்ளியிலும் இணைக்கப்பட்டு இவ் விரண்டு புள்ளிகள் மின்னம் அடுக்கின் தேர் எதிர் முனைகளாகக் கொள்ளப்படுகின்றன.



புடல் 4-4

மின்னங்கள்  
பக்க இணைப்பு முறை

$n$  எண்ணிக்கையுள்ள மின்னங்களைப் படத்தில் காட்டியபடி  $A$ ,  $B$  என்ற இரு புள்ளிகளுக்கு இடையில் இணைத்து  $A$  வையும்  $B$  வையும்  $R$  என்ற ஒரு புற மின் தடையின் இரு முனைகளுடன் இணைத்திருப்பதாகக் கொள்ளலாம். ஒவ்வொரு மின்னத்தின் மின்னியக்கு விசை  $E$  எனவும், அகமித்தடை  $r$  எனவும் கொள்ளலாம்.

மின்கல அடுக்கின் இணைமாற்று மின்தடை  $\frac{r}{m}$  மின்கதரின்

மொத்த மின்தடை  $= R + \frac{r}{m}$ . மொத்த மின்னியக்கு விசை  $A, B$  என்ற இரு புவிக்களுக்கிடையேயுள்ள மின்னியக்கு விசையாகும். இது  $E$ -க்குச் சமம். எனவே, மின்கதரிக் மின்னோட்டம்

$$C = \frac{\text{மொத்த மின்னியக்கு விசை}}{\text{மொத்த மின்தடை}}$$

$$C = \frac{E}{\frac{r}{m} + R} = \frac{mE}{r + mR}$$

புறமின்தடை  $R$  லுடன் ஒப்பிடும்போது அகமின்தடை  $r$  மிகமிகப் பெரியதாகும்,

$$C = \frac{mE}{r} = mC_1$$

இவ்வாறு மின்கல அடுக்கிலிருந்து புறமின்தடை வழியே செல்வும் மின்னோட்டம் ஒரு மின்கலத்திலிருந்து கிடைக்கும் மின்னோட்டத்தைப்போல் நம் மூலமாகும்.

புறமின்தடை  $R$  லுடன் ஒப்பிடும்போது அகமின்தடை  $r$  மிகமிகச் சிறியதாகும்,

$$C = \frac{mE}{mR} = \frac{E}{R} = C_1$$

அதாவது மின்கல அடுக்கிலிருந்து கிடைக்கும் மின்னோட்டம் ஒரு தனி மின்கலத்திலிருந்து கிடைக்கும் மின்னோட்டத்திற்குச் சமம்.

மின்கலங்களில் எலக்ட்ரான்களின் இயக்கம் எதிர்மின்வாயிலிருந்து நேர்மின் வாய்க்கு நிகழ்வதாக மின்னோட்டம் நேர் மின்வாயிலிருந்து எதிர்மின் வாய்க்குச் செல்லுகிறது என்று யா்த்தொம். இவ்வாறு ஒரே திசையில் நிகழும் மின்னோட்டத்திற்கு ஒருதிசை மின்னோட்டம் (direct current) என்று பெயர். ராடாரில் எலக்ட்ரான்களின் இயக்கம் அடிக்கடி எதிரெதிராகத் திசைமாறிக்கொண்டேயிருக்கின்ற ஒரு நிலையை நாம் காண்கிறோம். இத்தகைய மின்னோட்டம் மாறுதிசை மின்னோட்டம் (alternating current) எனப்படும். இவை இரண்டு வகையைத் தவிர வேறொருவகை மின்னோட்டமும் உண்டு. அதில் எலக்ட்ரான்கள்

ரானின் இயக்கத்தினை மாறாமல் மின்னோட்டத்தில் கவனம் மாற்றிக்கொண்டேயிருக்கும். அது மாறுபடுமின்னோட்டம் (varying current) எனப்படும். இத்தகைய மாற்றம் ஒழுங்காகத் தொடர்ந்து நிகழ்ந்தால் அதைத் துடிப்பு மின்னோட்டம் (pulsating current) என்று கூறுவர்.

### மாநிலிக் கணக்குகள்

(1) இரு மின்தடைகளைத் தொடரிணைப்பு முறையில் இணைக்கும்போது அவற்றின் இணைவாற்ற மின்தடை 5 ஓம்சுள் ஆகும். அவற்றைப் பக்க இணைப்பு முறையில் இணைத்தால் இணைவாற்ற மின்தடை 1.2 ஓம்சுள். கடத்திகளின் மின்தடைகளைக் காண்க.

கடத்திகளின் மின்தடை  $r_1, r_2$  ஆக இருக்கட்டும்.

$$r_1 + r_2 = 5 \quad \dots \quad \dots \quad (1)$$

$$\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} = \frac{7}{1.2} \quad \dots \quad \dots \quad (2)$$

$$(2) \text{ லிருந்து } \frac{r_1 + r_2}{r_1 r_2} = \frac{7}{1.2}$$

$$\text{அதாவது } \frac{5}{r_1 r_2} = \frac{7}{1.2}$$

$$\therefore r_1 r_2 = 8 \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (3)$$

$$\therefore r_1 = 8 \text{ ஓம்சுள், } r_2 = 2 \text{ ஓம்சுளாகும்.}$$

2. ஒரு மின் சுற்றில் 1.5 வேல்ட் மின்வழுத்தமுள்ள ஒரு மின்கலனும் ஒரு மின்தடையும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. சுற்றில் மின்னோட்டம் 0.2 ஆம்பெரானால் மின்தடைகளைக் காண்க.

$$\text{மின்தடை} = \frac{\text{மின் இயக்குவிசை}}{\text{மின்னோட்டம்}} = \frac{1.5}{.2} = 7.5$$

ஓம்சுளாகும்.

3. 5 ஓம்சுள் என்று கருதப்பட்ட ஒரு மின்தடை உண்மையில் 5.04 ஓம்சுள் உள்ளது. அந்த மின்தடைகளை அதன் உண்மையான மதிப்பு 5 ஓம்சுளுக்குக் கொண்டுவரவேண்டுமானால் அதற்கு இணையாகச் சேர்க்கவேண்டிய மின்தடைகளைக் கண்டுபிடி.

இரண்டாகச் செர்க்கப்படவேண்டிய மின்தடை  $R$  ஒம்கள் எனக்கொள்வோம்.

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5 \cdot 04} + \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{5} - \frac{1}{5 \cdot 04} = \frac{1}{R}$$

$$R = \frac{5 \times 5 \cdot 04}{\cdot 04} = 630 \text{ ஒம்கள்}$$

4. ஒரு கரிமின் தடையில் பச்சை, சிவப்பு, மஞ்சளான மூன்று வளைவுங்கள் உள்ளை. அந்த மின் தடையில் மதிப்பைக் காட்டுகிடி.

$$\text{பச்சை} = 5$$

$$\text{சிவப்பு} = 2$$

$$\text{மஞ்சள்} = 0000.$$

மின்தடையில் மதிப்பு 520000 ஒம்களாகும்.

5. ஒவ்வொன்றும் 1.5 லோக்ட் மின்னழுத்தங்களும் 2 ஒம்கள் ஆகமின் தடையும் உடைய 24 மின்கலங்களை வெளி மின்தடை 3 ஒம்கள் வழியாக உச்ச அளவு மின்னோட்டம் திகழும்படி எவ்வாறு இணைப்பாய்?

ஒவ்வொரு தொடரிழும்  $n$  மின்கலங்களையும்  $m$  தொடர்புகள் இரப்பதாகவும் கொள்வோம்.

$$nm = 24$$

$$\text{மயனூறு அகமின் தடை} = \frac{n \times 2}{m}$$

$$\text{பெருமளவு மின்னோட்டத்திற்கு} \quad \frac{2n}{m} = 3 \text{ அல்லது}$$

$$2n = 3m$$

$$\text{எனவே, } \frac{3}{2}n^2 = 24 \text{ அல்லது } n = 4$$

$$n = 6$$

பெருமளவு மின்னோட்டத்திற்கு ஒப்பொரு தொடரிலும் ஆறு மின் கலங்களின் இணைக்கவேண்டும். இவ்வாறு 4 தொடர்கள் ஒன்றித்தொன்று இணைப்பாக இடுக்கவேண்டும்.

### மாநில வினாக்கள்

1. ஒரு கடத்திலிலுள்ள புறப்பணி எலெக்ட்ரான்கள் தொடர்ந்து ஓடுகிறபோது மின்னோட்டம் நிகழ்கிறது. புறப்பணி எலெக்ட்ரான்களை எவ்வாறு தொடர்ந்து ஓடும்படி செய்வோம்?

2. ஒருநிகர மின்னோட்டத்தை எந்தெந்த மின் கலங்களின் மிகுந்து பெறலாம்?

3. மின்னிலக்கு விசை, மின்னழுத்தபேதம் ஆகியவற்றை விளக்குக.

4. ஒயின் விதிகளைக் கூறுக. ஒரு கடத்தியின் மின் தடைக்கும் அதன் நீளம், குறுக்களவு, வெப்பநிலை ஆகியவற்றிற்கும் உள்ள தொடர்பு என்ன?

5. மின்கடத்திகளின் தொடர் இணைப்பு மூறை, பக்க இணைப்பு மூறை ஆகியவற்றை விளக்கு.

6. ரேடியோ, ராடர், தொலைக்காட்சிக் கருவிகளில் கரிமின் தடையே அதிசுமையாகப்பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஏன் ?

7. கரிமின் தடையில் பல்வேறு வண்ணங்களையும், அவை குறிப்பனவற்றையும் விளக்குக. ஒரு கரிமின் தடையின் மதிப்பை எவ்வாறு கணக்கிடுவாய்?

8. மின்தெக்கிகளைத் தொடரிணைப்புமூறை, பக்க இணைப்பு மூறை ஆகியவற்றில் சேர்க்கும் மூறையை விவரி.



## 5. மின் தூண்டல்

(Electro - Magnetic Induction)

ஒரு கடத்தியினடியில் ஒரு காத்த ஊசியைச் சுழல் தானத்தில் வைத்து அக் கடத்தியின் வழியே மிக்சாரத்தைச் செலுத்தினால் காத்த ஊசி திரும்புவதைக் காணலாம். இதிலிருந்து அந்தக் கம்பியைச் சுற்றி ஒரு காத்தப் புலம் (magnetic field) உருவாகின்றது என அறிவிக்கோம். இந்த உண்மையை ஒர்ஸ்டெட் (Orsted) என்ற விஞ்ஞானி முதன்முதலில் 1820-ல் கண்டு பிடித்தார். கம்பியின் வழியே மிக்சாரம் செல்லும்பொழுது காத்த ஊசி திரும்பும் திசையை ஆம்பியரின் நீச்சல் விதி (ampere's swimming rule) உறுதிக்கிறது.

**ஆம்பியரின் நீச்சல் விதி (Ampere's swimming rule) :**

ஒரு கம்பியின் வழியே அதில் செல்லும் மிக்சாரத்தின் திசையில் ஒருமணிதன் காத்த ஊசியைப் பார்த்தவண்ணம் நீத்துவதாகக் கொண்டால் ஊசியின் வடமூலம் (north pole) எப்பொழுதும் அவ்வாறு தூடப்பறமாகவேதான் திரும்பும்.

**மேக்ஸ்வெல்லின் தக்கைத் திருகு விதி (Maxwell's Cork-Screw rule)**

ஒரு வலம்புரீத் (right handed) திருகின் துணி மிக்னோட்டத்தின் திசையில் தவருமாறு அதன் தலைவைச் சுழற்றுவதாகக் கொள்வோம். அப்பொழுது திருகுத் தலைவைச் சுழற்றும் திசையே கம்பியைச் சூழ்ந்துள்ள காத்தப்புல விசைக் கோடுகளின் திசையாகும்.

**வலக்கை விதி (Right hand rule) :**

மிக்சாரம் செல்லும் கம்பியைப் பெருவிரல் மிக்னோட்டத்தின் திசையில் அமைத்திருக்குமாறு வலக்கையில் தாம் பிடிப்போம். அப்பொழுது வலிந்துநிற்கும் நேரவிரல்கள் காத்தப் புல விசைக் கோடுகளின் திசையைக் குறிக்கும்.

மிகத் தூண்டலில் சில முக்கியமான முடிவுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன :

1. ஒரு கம்பியின் வழியாக மிக்னோட்டம் பாயும்பொழுது அக் கம்பியைப் பிடித்தி ஒரு காத்தப் புலம் உருவாகின்றது.

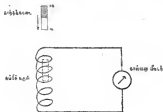
2. இந்தக் காத்தப் புலம் மிக்னோட்டம் பாயும் திசைக்குச் செங்குத்தான திசையிலிருக்கும்.

3. மிக்னோட்டம் அதிசரிக்க அதிசரிக்கக் காத்தப் புலத்தின் வலிமையும் அதிசரிக்கும்.

4. கடத்தியில் மிக்னோட்டம் இருக்கும்வகையானக் காத்தப் புலமும் இருக்கும். மிக்னோட்டம் திடமூலிட்டால் அத்துடன் தொடர்பு கொண்டுள்ள காத்தப்புலமும் மறைந்துவிடும்.

மேலே கூறியவற்றிலிருந்து ஒரு கம்பியில் பாயும் மிக்னோட்டத் திசையும் அதனாக உருவாகும் காத்தப் புலத்திதழும் தெருக்கிய தொடர்பு உண்டென்பது புலனாகின்றது. அப்படியானால் கம்பியோடு தொடர்புகொண்ட காத்தப்புலத்தை மாற்றினால் கம்பியில் மிக்னோட்டமும் மாறவேண்டுமல்லவா? ஆம். உண்மையில் அப்படித்தான் நிகழ்கின்றது.

கம்பிச் சுருள் ஒன்றின் ஒரு கால்வனு மீட்டருடன் (galvano meter) இணைத்துவிடுவோம். ஒரு காத்தக் கட்டிடமைய



படம் 5-1

மிக் தூண்டல்

எடுத்துத் திடமொன்றை கம்பிச்சுருளுக்குள் துழைப்போம். உடனே கம்பிச்சுருளில் வழியாக மிக்னோட்டம் ஏற்படுவதனைக் கால்வனு

மிட்டர் காண்பிக்கும். இந்த மின்னோட்டம் நாம் காத்தக் கட்டையை ஏற்றுகின்றவனாதல் இருக்கும். அங்ஙனே காத்தக் கட்டையை வெளியே இழுத்தால் அப்போதும் ஒரு மின்னோட்டம் ஏற்படும்.

இந்த மின்னோட்டம் முன்னதற்கு எதிர் திசையில் இருக்கும்.

நாம் காத்தக் கட்டையைக் கம்பிச்சுருளினால் நமதுக்கும் முன்னர் கம்பிச்சுருளோடு தொடர்புகொண்ட காத்தப் புலம் ஏதுமில்லை (பூமியின் காத்தப் புலம் தவிர). காத்தக் கட்டையை ஏற்றுகின்றபோது அதன் காத்தப் புலம் கம்பிச்சுருளோடு தொடர்பு கொள்கின்றது. இதனால் கம்பிச்சுருளில் ஒரு மின்னோட்டம் தூண்டப்படுகிறது. அங்ஙனே காத்தக் கட்டையைக் கம்பிச்சுருளிலிருந்து வெளியே இக்கும்போதுமுதும் அதோடு தொடர்பு கொண்ட காத்தப் புலம் குறைகின்றது. எனவே, கம்பிச்சுருளில் ஒரு மின்னோட்டம் எதிர் திசையில் தூண்டப்படுகின்றது. இந் திசைப்போக்கு மின்னோட்டத் தூண்டதல் (electromagnetic induction) என்று பெயர்.

இதுவரை கண்டதிலிருந்து மின்னோட்டமும், காத்தப் புலமும் இரண்டிரண்டாக ஒன்றாகும். ஒன்றில் ஏதேனும் மாறுதல் ஏற்பட்டால் மற்றொன்றும் உடனே மாறுகிறது என்பதனையும் தெரிந்துகொள்கிறோம்.

ஒரு கம்பியில் உண்டாகும் மின்னோட்டத்தின் திசையை அறிவதற்கு ஃபிளெமிங் (Fleming) என்ற விஞ்ஞானியின்



படம் 3-2

ஃபிளெமிங்கின் வலக்கை விதி

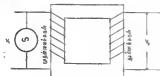
வலக்கை விதி (right hand rule) பயன்படுகின்றது. ஒருவர் தமது வலக் கையின் பெருவிரல், ஆங்காட்டி விரல், நடுவிரல்

மூலவாறுப் ஒத்துக்கொண்டு செல்லுதலாக இருக்கும்படி வைத்துக்கொள்ளவேண்டும்.

இப்போது ஆக்காட்டி லைக் (iron finger) காத்தப் புலத்தின் திசையையும், பெருமிகக் கம்பி அகலையும் திசையையும் குறித்தாக, நடுமிகக் மின்னோட்டம் செல்லும் திசையைக் காட்டும்.

மின்சார்தத் தூண்டலைப் பயன்படுத்தி மின்சாரம் உற்பத்தி செய்கின்றனர். இதற்குரிய சாதனம் டைனமோ (dynamo) வாகும். மின்சலங்களில் இரையான ஆற்றல் மின்னூற்றலாக மாறுகிறது. டைனமோவில் எந்திர ஆற்றல் மின்னூற்றலாக மாறுகிறது. டைனமோக்களில் இரு வகை உண்டு : 1. மாறுதிசை மின்னோட்ட டைனமோ (A.C. dynamo), 2. ஒரு திசையின்னோட்ட டைனமோ (D.C. dynamo).

மின் சார்தத் தூண்டற் பலனின் உதவியால் மின்மாற்றி (transformer) என்னும் மற்றொரு கருவியை உருவாக்கப் பட்டுள்ளது.



படம் 5-3

மின்மாற்றி

ஒரு கம்பிக்குளின் வழியாக எலெக்ட்ரான்கள் திசை மாறிக் செல்லும்போது கம்பிக்குளின்க் சுற்றியும் அதன் நடுவிலும் ஒரு மாறு சார்தம் ஈரம் உருவாகின்றது. இத்தகைய சார்தப்புலத்தின் வேறொரு கம்பிக்குளின் மூலக் கருவிக் தொடாமல் வைத்தால், இரண்டாவது கருவிக் எலெக்ட்ரான்கள் இயக்கம் தூண்டப்படும். அதாவது முதன்மைக் கருவியிலுள்ள மின்னோட்டம் இரண்டாவது கருவிக் ஒரு மின்னூற்றத்தையே ஏற்படுத்தி அதனாக் ஒரு மின்னோட்டத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. முதன்மைய்கருக், துணைக்கருக் ஆகிய இரண்டும் சேர்த்தது மின்மாற்றியாகும். இந்த இரண்டு கருக்களையும் ஒன்றன்மேல்

### மின் துண்டம்

ஒன்றாகவோ அல்லது ஒன்றுக்குவொன்று அருகிலோ இருக்கும்படி அமைக்கலாம். கருக்களுக்கு நடுவில் ஓர் இருப்புத் துண்டை வைத்து இணைப்பை (coupling) அதிகரிக்கலாம். துணைக் கருளில் ஏற்படுகின்ற மின்னழுத்தத்தைக் கீழே கண்ட சமன்பாட்டினால் பெறலாம்.

$$\frac{\text{துணைக் கருளில் மின்னழுத்தம் (E_s)}}{\text{முதன்மைக் கருளில் மின்னழுத்தம் (E_p)}} = \frac{\text{துணைக் கருளில் சுற்றெண்ணிக்கை (N_s)}}{\text{முதன்மைக் கருளில் சுற்றெண்ணிக்கை (N_p)}}$$

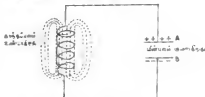
துணைக் கருளின் சுற்றெண்ணிக்கை ( $N_s$ ) முதன்மைக் கருளின் சுற்றெண்ணிக்கை ( $N_p$ )-வைவிட அதிகமாக இருந்தால் துணைக் கருளில் ஏற்படும் மின்னழுத்தம் ( $E_s$ ) முதன்மைக் கருளில் ஏற்படும் மின்னழுத்தத்தை ( $E_p$ ) விட அதிகமாக இருக்கும். அப்பொழுது அது ஏற்று மின்மாற்றி (step up transformer) என்று அழைக்கப்படுகிறது. துணைக் கருளில் சுற்றெண்ணிக்கை முதன்மைக் கருளின் சுற்றெண்ணிக்கையைவிடக் குறைவாக இருந்தால் துணைக் கருளில் ஏற்படும் மின்னழுத்தம் முதன்மைக் கருளில் ஏற்படும் மின்னழுத்தத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கும். அப்பொழுது மின்மாற்றியை, இறக்கி மின்மாற்றி (step down transformer) என்கிறோம். ஆகவே, மின் மாற்றிகளைக் கொண்டு மின்னழுத்தத்தை ஏற்றவோ, இறக்கவோ செய்யலாம்.

மின்மாற்றியின் மற்றொரு பயனாவது அதன் துணைக் கருகூடல் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் மின்தடையின் மதிப்பை முதன்மைக் கருளிலிருந்து பார்க்கும்போது குறைத்துக் காட்டுவதாகும். மேலும் முதன்மைக் கருளிலும் துணைக் கருளிலும் உள்ள மின்னழுத்தம் மாறாமல் இருந்தாலும் இரு புறத்திலுமுள்ள மின்நிறன் சமமாகவே இருக்கும். மின்னழுத்தம், மின்னோட்டம் இவைகளின் பெருக்கற்பலனே மின் திறனாக இருப்பதால் துணைக் கருளில் மின்னழுத்தம் அதிகமானால் மின்னோட்டம் குறைந்தும் மின்னழுத்தம் குறைமானால் மின்னோட்டம் அதிகரித்தும் அதமையும். எனவே,

$$\frac{\text{துணைக் கருளில் மின்னோட்டம்}}{\text{முதன்மைக் கருளில் மின்னோட்டம்}} = \frac{\text{முதன்மைக் கருளில் சுற்றெண்ணிக்கை}}{\text{துணைக் கருளில் சுற்றெண்ணிக்கை}}$$

என்ற சமன்பாடு பெறப்படுகின்றது.

எனவேதான், ஒரு மின்னழுத்த ஏற்ற மின்யாற்றி மிக்ரோட்டூக்கி மின்யாற்றி என்றும், மின்னழுத்த இறக்கி மின்யாற்றி மிக்ரோட்டூ ஏற்ற மின்யாற்றி என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. படம். 6. 4.ல்  $A, B$  என்றும் இரு உலோகத் தகடுகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக வைக்கப்பட்டுள்ளன.



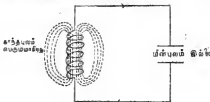
படம் 6.4.

மின்புலம் குறைததும், வாதப்புலம் உண்டாததும்

அவை ஒரு மின்னலை அடுக்கிக் கொள். எதிர் மூலிகையுடன் இணைக்கப்படுகின்றன.  $A$  கொள் மின்னேற்றமும்  $B$  எதிர் மின்னேற்றமும் பெறுகின்றன. இப்பொழுது மின்னலை அடுக்காத மூலிகைத்தாள்  $A, B$  விழுவன மின்னேற்றம் உண்டாகாதபடிப்படுவதில்லை.  $A$  கையுள்  $B$  கையுள் ஒரு செட்டிக் உயிர்க்குளிக் இணைத்தால்  $B$  விழுவன எதிர் மின்னேற்றம் உயிர்க்குள் வரீயாக ஒரு  $A$  கை வடைத்து அதன் கொள் மின்னேற்றத்தைக் குறைக்கின்றது. இப்பொழுது செட்டிக் உயிர்வாக்கி ஒரு மிக்ரோட்டூம் திகழ்கின்றது.  $A, B$  ஆகிய இரு தகடுகளின் மின்னேற்றமும் சமநிலையடைவதற்கு இந்த மிக்ரோட்டூப்பாடும்.  $A, B$  மின் மின்னேற்றம் குறைந்துகொண்டே வருவதால் அவற்றுக்கிடையேயான மின்புலமும் மடிப்படியாகக் குறைந்துகொண்டே வரும்.

உயிர்க்குள்வரீயாக மிக்ரோட்டூம் ஏற்படுவதால் அதன் எதிர் ஒரு வாதப்புலம் உண்டாகும் என்பது தான் அறிந்ததே.  $A, B$  ஆகிய இரு தகடுகளும் மின்னேற்றம் சமநிலையை அடைவதற்கு, அதாவது  $A, B$  க்கு இடையேயுள்ள மின்புலம் முழுவதும் அறிந்துபடும்கொண்டு இந்தக் வாதப்புலத்தின் வரீயை பெரும் அளவை அடைவது.  $A, B$  க்கிடையேயுள்ள மின்புலம் முழுவதும் அறிந்துபடும்கொண்டு அதாவது மிக்ரோட்டூம் முழுவதும்

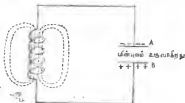
நின்றவிடுவபோது அதனும் ஏற்பட்ட காந்தப்புலமும் டயாபடி யாகக் குறைந்து இறுதியில் மறைந்துவிடும்.



புடம 5-5

மின்புலம் சுழியாதனும் காந்தப்புலம் பெரும னாறுதலும்

காந்தப்புலம் குறைவ ஆரம்பித்தால் கம்பிக்குளில் மிக் னோட்டம் துண்டப்படுகிறது. இதனும்  $A$  தாடு எதிர் மின்னேற் றத்தையும்  $B$  தாடு தேர் மின்னேற்றத்தையும் பெறுகின்றன. தாடுகளுக்கிடையே மின்புலம் உருவாகிறது. காந்தப்புலம் மூலமும் அழிகின்றவகர் இந்த மிக்னோட்டம் தொடரும்.

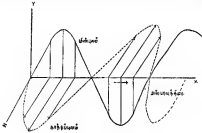


புடம 5-6

மின்புலம் உருவாதல்

மின்புலம் அழிவெடுத்துக்கொண்டே சென்று பெரும அளவை அடைவும்.  $A$  தாடு ஆரம்பத்தில் தேர் மின்னேற்றத்தைப் பெற்றிருத்ததால் இப்பொழுது எதிர் மின்னேற்றத்தைப் பெறு கிறது. அதைப்போலவே ஆரம்பத்தில் எதிர் மின்னேற்றத்தைப்

பெற்றிருந்த  $\delta$  தகடு தற்போது தேர் மின்னேற்றத்தைப் பெறுகின்றது. எனவே, எதிர் திசையில் மீண்டும் ஒரு மின்னோட்டம் நிகழும். இவ்வாறுத் தொடர்ந்து இத்தகை சுற்றிக் மின்சாரம் மூன்றாம் மின்னூலாக மாறினாற் பாய்ந்து கொண்டேயிருக்கும். மீள்முயற் பெரும் அளவிலிருந்து குறைந்து சுழிவாகி மீண்டும்



படம் 5-7

மின் காத்த அலைகள் பரவுதல்

எதிர் திசையில் பெருமளவிக் குறைத்து சுழிவாகி மீண்டும் பருமைய திசையில் பெருமளவும். இவ்வாறே காத்தப்பருமையம் தொடர்ந்து அலைவுறும். காத்தப்பருமையம் அலைவுறும்பொழுது வெளியில் (space) அலைகள் பரவுகின்றன. இந்த அலைகளே மின்காத்த அலைகள் எனப்படும். இந்த மின்காத்த அலைகள் பரவுதலைப் படம் 5-7 விளக்குகிறது.

### வினாக்கள்

1. மின் தூண்டலின் விளைவைக் கூறுக.
2. மின்மாற்றியைப்பற்றி நீவிர் அறிந்துள்ளது யாது?
3. இரு உலோகத் தகடுகளுடன் ஒரு மின்கல அடுக்கின் தேர், எதிர் முனைகளை இணைப்பதாக ஏற்படுகின்றனவுகளை விளக்கிக் கூறுக.
4. 'ஒரு மின்னழுத்த ஏற்ற மின்மாற்றி ஒரு மின்னோட்ட இறக்கி மின்மாற்றியாகும்.' இத்தகை கருத்தை நிறுவுக. தகர்பலையை, வெளி அலைகள் என் பனவைவின்பற்றி நீவிர் அறிவது யாது?



## 6. மின்தேக்கிகளும் மின்நிலைமங்களும்

(Condensers and Inductances)

ரேடியோ, ராடார், தொலைக்காட்சி ஆகியவற்றின் அமைப்பில் மின்தேக்கியும் (condenser) மின்நிலைமமும் (inductance) பெரும்பங்கேற்றுகின்றன. அவைகளைப்பற்றி இத்தப் பகுதியில் விவரமாகப் பாசப்போம்.

மின்தேக்கி என்பது இரு உலோகத் தகடுகளாலானது. அவற்றிற்கிடையே காற்று அல்லது காசுதம் போன்ற மின் கடத்தாப் பொருள் உட்குளது. மின்தேக்கியின் அமைப்பைக் கீழே உள்ள படத்தில் காணலாம்.



1-1 உருவத்தின்

2 மின்தேக்கியின் அமைப்பு



படம் 6-1 -

மின்தேக்கியின் அமைப்பு

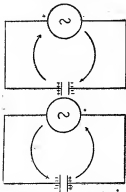
ஒரு மின்தேக்கியின் இரண்டு தகடுகளையும் ஒரு மின்கலத்தில் இரு மின்வாய்களுடன் இணைத்தால் எதிர்மின்வாயிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள உலோகத்

தடைபடுத்து வந்து சேருகின்றன. இந்த எலெக்ட்ரான்கள் மற்றத் தடைபடுகின்ற எலெக்ட்ரான்களைத் தள்ளுகின்றன. எனவே, அந்த எலெக்ட்ரான்கள் அந்த தடைபோடு பொருத்தப்பட்டுள்ள கைத்தின் நேர்மின்வாய்க்குச் செல்லுகின்றன. இத் நிலையில் மின் கைத்தினால் துண்டித்துவிட்டால் எதிர் மின்வாயுடன் இணைக்கப் பட்டிருந்த தாடு அதிக் அளவு எலெக்ட்ரான்களைப் பெற்று எதிர் மின்னூட்டம் பெற்றதாகவும் மற்றைய தாடு எலெக்ட்ரான் தேவையினால் நேர்மின்னூட்டம் பெற்றதாகவும் அமைகின்றன. இப்போது இரு தாடுகளையும் ஒரு கம்பியினால் இணைத்தால் அக் கம்பி வழியாக எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு தாட்டிலிருந்து மற்றொரு தாட்டிற்குச் செல்லும். எனவே, ஒரு மின்னோட்டம் நிகழ்கிறது. இரண்டு தாடுகளுக்கிடையே உள்ள பொருள்கள் சிறந்த மின் கடத்தாப் பொருள்களாக இருக்குமானால் இரண்டு தாடுகளும் அவற்றின் மின்னூட்ட நிலைகளை எப்போதும் பாதுகாக்கும். அவை தேவையானபோது ஒரு கம்பியில் மின்னோட்டத்தை அளக்கும். இவ்வாறு மின்னோட்டத்திற்குக் காரணமான மின் னழுத்தத்தைத் தன்னிடம் தேக்கி வைத்திருப்பதாலேயே இதற்கு மின்தேக்கி என்று பெயர்.

மின்தேக்கியின் மதிப்பு அது ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத் தத்தை ஏற்றுக்கொள்வதற்குத் தேவையான மின்னூட்டத்தைப் பொறுத்தது. அதிக் மின்னூட்டம் தேவையானால் அதிக மின் னழுத்தத்தைத் தேக்கி வைத்துக்கொள்ளும். அதாவது மின் தேக்கும் திறன் அதிகமாகும் என்று சொல்கிறோம். மின்தேக்கியின் மின்தேக்கும் திறனை (capacity) ஃபரட் (farad) என்றும் அளக்கும் அளக்கிறோம். ஒரு ஃபரட்டில் 10,00,000-ல் (பத்து லட்சத்தில்) ஒரு பாகம் ஒரு மைக்ரோஃபரட் (micro farad) என்றும், ஒரு மைக்ரோஃபரட்டில் பத்து லட்சத்தில் ஒரு பாகம் ஒரு ஸ்பெக்ரோ ஃபரட் (pico farad) என்றும் அளக்கப்படுகின்றன. இவை முறையே PF, PPF என்ற எழுத்துக் களால் குறிக்கப்படுகின்றன. மின்தேக்கியில் தாடுகளுக்கிடையே உள்ள தூரத்தைக் குறைப்பதாலும், அவற்றின் பொதுவான பரப்பளவை அதிகரிப்பதாலும் உலோகத் தாடுகளின் எண்ணிக் கையை அதிகரிப்பதாலும் மின் தேக்கும் திறனை அதிகரிக்க வாம்.

ஒரு மின்தேக்கியை ஒருநிலை மின்னழுத்தம் ஒன்றுக்கு உட்படுத்தினால், ஒரு தாட்டில் எலெக்ட்ரான் குவிப்பும் மற்ற தாட்டில் எலெக்ட்ரான் குறைவும் ஏற்படுகின்றன. தாடுகளுக் கிடையே மின்கற்ற முற்றுப் பெறுதற்காக எலெக்ட்ரான்கள் தேக்கமடைந்து மின்னோட்டம் நிகழ்விடுகிறது. மாறாக மின்

தேக்கியை ஒரு மாறுதலை மின்னழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தினால் அதன் தகடுகள் நேர் மின்னூட்டத்தையும் எதிர் மின்னூட்டத்தையும் மாறிமாறிப் பெறுகின்றன. எனவே, மின் தேக்கி இணைக்கப்பட்டிருக்கும் சுற்றிகளில் மின்னோட்டம் தொடர்ந்து திகழும். இதைப்போ படம் 6.2 விளக்குகிறது.



படம் 6-2

மின் தேக்கியின் மாறுதலை மின்னழுத்தம்

மின் தேக்கிக்குக் கொடுக்கப்படும் மாறுதலை மின்னழுத்தத்திற்கும் மின் சுற்றில் ஏற்படும் மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள தகவை (ratio) மின் தேக்கியில் திவவும் மறுப்பு என்று கூறலாம். இதைப்போ சுருக்கமாக 'மின் தேக்கி மறுப்பு' (capacitive reactance) என்று கூறுவர். இந்த மின் தேக்கி மறுப்பு மாறுதலை மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்துமிருக்கிறது. அதிர்வெண் அதிகமானால் மறுப்பு குறையும்; அதிர்வெண் குறைந்தால் மறுப்பு அதிகமாகும்.

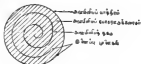
சாடர் சாதனத்தில் பொதுவாக நான்கு வகை மின் தேக்கிகள் பயன்படுகின்றன. அவையாவன: 1. உயர்த்த அதிர்வெண்ணில் பயன்படும் ஸ்பெர்மிக் பாரிட் அளவிலுள்ள திறன்

யாகு மிக் தேக்கிகள், 2. குறைந்த அதிர்வெண்ணில் பயன்படும் எம்ப்ரோட்டர்கள் அளவிலுள்ள திறன்மையுடைய மிக் தேக்கிகள், 3. மின்னூற் பகுப்பு மிக் தேக்கிகள், 4. திறன் மாலும் மிக் தேக்கிகள், தான்காவது வகையில் ட்ரிம்மர் (trimmer), பேடர் (padder), டூனரென்கூடும் மிக் தேக்கி (tuning condenser) என்று பல வகை வுண்டு. ட்ரிம்மர், பேடர் வகை குறைந்த அளவு திறன் உடையன வாகவும், மற்றவை அதிக அளவு திறன் உடையனவாகவும் இருக்கும். இனி, மிக் தேக்கிகளின் அமைப்பைப்பற்றிச் சிறிதே கூறுவோம்.

மிகச் சிறந்த அரிதிற வடத்தியின் இரு புறங்களிலும் நற் கடத்திகளைத் தெளித்து முதல் வகைத் தேக்கிகளை உருவாக்குகின்றனர். செலூலுத் தாளை நடுவே கொண்ட இரு தீளமான செல்லிய கார்பத் தகடுகள் (tin foil) உருவிய வடிவத்திற் கெட்டியாக உருட்டப்பட்டு ஒவ்வொரு தகட்டிலும் ஒவ்வொரு கம்பி இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இதைப் பேப்பர் மிக் தேக்கி (paper condenser) என்றும் கூறுவர். இது இரண்டாவது வகை மிக் தேக்கியாகும்.

முன்னாவது வகை மிக் தேக்கியில் ஓர் அலுமினியப் பாத்திரத்திலுள்ள அலுமினிய போரேட்டுக் (aluminium borate) கரைசலில் கருள் வடிவில் ஓர் அலுமினியத்தகடு உண்டது. அலுமினியப் பாத்திரத்தை ஒரு மின்சுத்தின் தேர்நிலைவாடினும் அலுமினியத் தகட்டை எதிர் மின்வாடினும் இணைத்தால் கரைசலில் வேதியல் வினை (chemical reaction) ஏற்பட்டு நடுவிலுள்ள தகட்டின்மீது மிக செல்லிய அளவிற்று அலுமினிய ஆக்சைடு (aluminium oxide) படிக்கிறது. அலுமினிய ஆக்சைடு ஓர் அரிதிற கடத்தியாகும். எனவே, நடுவிலுள்ள அலுமினியத் தகடும் அலுமினியப் போரேட்டுக் கரைசலும் ஒரு மிக் தேக்கியாக அமைகின்றன. இத்தகைய மிக் தேக்கிக்கு தேர்நிலைவாடி, எதிர் மின்வாடி உண்டு. ஆகவே, இத்தகைய மிக் தேக்கிகளை இணைக்கும்பொழுது கவனமாக இணைக்கவேண்டும். அதாவது தேர்நிலைவாயை மின்னழுத்த சாதனத்தின் தேர்நிலைவாடினும், எதிர் மின்வாயை மின்னழுத்த சாதனத்தின் எதிர் மின்வாடினும் இணைக்கவேண்டும். இவற்றை ஒரு திசை மின்னோட்டச் சுற்றுகளின்கீழ்மே பயன்படுத்தமுடியும். இவற்றிலுள்ள அரிதிறகடத்தியாகிய அலுமினிய ஆக்சைடு மின்னூற் பகுப்பு முறையில் உருவாக்கப்படுவதாக இவற்றிற்கு மின்னூற் பகுப்பு மிக் தேக்கிகள் என்று பெயர். அரிதிற கடத்தியின் தடிமன் மிகமிகக் குறைவாக இருப்பதால் இவற்றின் மதிப்பு அதிகமாக

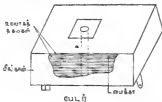
இருக்கும். இத்தகைய மின்மேக்கியின் அமைப்பைக் கீழே உள்ள படத்தில் காண்க.



படம் 6-3

மின்னூற் பருப்பு மின்மேக்கிகள்

நாக்காவது வகையான டீசிம்மர், பேடர் வகைகளில் உலோகத் தகடுகளையும், கைக்காத் (iron) தகடுகளையும் மாறிமாறி வைத்து இவைகளை நடுவேயுள்ள ஓர் ஓட்டைவழியாக ஒரு திருகானியின் உதவியால் ஒரு பீக்கானில் பொருத்தியிருப்பர். திருகானியின் உதவியால் தகடுகளுக்கிடையேயுள்ள தூரத்தை மாற்றுவதன்மூலம் இவற்றின் மதிப்பைக் கூட்டவோ, குறைக்கவோ முடியும். இவற்றின் அமைப்பைக் கீழே உள்ள படங்களில் காண்க.

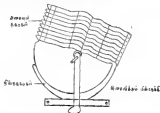


படம் 6-4

பேடர், டீசிம்மர்

அடுத்தவகை மின்மேக்கி இரண்டிலும் மின்மேக்கியாகும். இதில் இரண்டாக அமைக்கப்பட்ட நிலையான அரைவட்டத் தகடுகளுக்கு இடையே அதே மாதிரி அமைப்பைக் கொண்ட தகடுகள் அசையும் முறையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அசையும் தகடுகள்

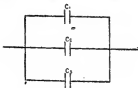
மூலவுதும் தீவிரத்தகடுகளுக்கிடையே வீருக்கும்போது பெரும் மின்னெற்புத் திறனும், வெளியே வீருக்கும்போது குறைந்த மின்னெற்புத் திறனும் இருக்கும். பொதுவாக ரேடியோவில் குறிவாட்டியைத் (point) தீருப்பும்போது இத்தகைய மின்னெற்புக் கையவே தொழிப்படுத்துகிறோம். இசைவில்கும் மின்னெற்புக்கின் அமைப்பு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



புடம் 6-5

இசைவில்கும் மின்னெற்பு

இன்னு அமைவு இன்னுக்கு மேற்பட்ட மின்னெற்புகளைப் பக்க இணைப்பு, தொடர் இணைப்பு மூறைகளில் இணைத்துத் தேவை யான மின்னெற்பைப் பெறுவதைப்போல மின்னெற்புக்கிலையும்



புடம் 6-6

மின்னெற்புகளின் பக்க இணைப்பு மூறை

பக்க இணைப்பு, தொடர் இணைப்பு மூறைகளில் இணைத்துத் தேவை யான மின்னெற்புத் திறனை அடைவதாம். மின்னெற்புக்கிலைப் பக்க

இணைப்பு மூன்றில் இணைப்பது அவற்றின் உலோகத் தகடுகளின் பொதுவான டயப்பணவை அடிகரிப்பதற்குச் சமமாகும். எனவே, மின்தேக்கிகளைப் பக்க இணைப்பு மூன்றில் இணைப்பதால் அதிகமான மின்தேக்குத் திறனை அடைவலாம். உதாரணமாகப் படம் 6.6-ல் காட்டியபடி  $C_1, C_2, C_3$  என்ற மின்தேக்கிகளைப் பக்க இணைப்பு மூன்றில் இணைப்பதாக வைத்துக்கொண்டால் தங்குக் கிடைக்கும் மின்தேக்குத் திறன் அவற்றின் மொத்த மின்தேக்குத் திறன்களுக்குச் சமமாகும்.

அதாவது கிடைக்கும் மின்தேக்குத் திறன்  $C$  என்றால்,

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட மின்தேக்கிகளைப் படம் 6.7-ல் காட்டியபடி தொடர் இணைப்பு மூன்றில் இணைப்பதால் மிகக் குறைந்த மின்தேக்குத் திறனை அடைவலாம்.



படம் 6.7

மின்தேக்கிகளின் தொடர் இணைப்பு மூறை

இம் மூன்றில் கிடைக்கக்கூடிய மின்தேக்குத் திறன்  $C$  எனில்,  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$  ஆகும்.

மின்திறப்பம்:

ஒரு கம்பீச் சுருளின் வழியாக மின்தொட்டம் ஏற்படும்போது அதைச் சுற்றி ஒரு காத்தப்புலம் உருவாகும் என்ற பரீட்சிதோம். இதனால் கம்பீச் சுருள்  $E=CR$  என்ற ஒம் விதிப்படி உண்டாக வேண்டிய மின்தொட்டம் மின்னழுத்தத்தைக் கொடுத்தவுடன் ஏற்படுவதில்லை. அதற்கான காரணங்களை இப்போது பார்ப்போம்.

கம்பீச் சுருள் மின்னழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்டவுடன் அதன் நடுவிலும் அதைச் சுற்றிலும் காத்தப்புலம் ஒன்று நிகழுகிறது உருவாகத் தொடங்குகிறது. இப்படி உருவாகும் காத்தப்புலம் கம்பீச் சுருளில் ஒரு மின்தொட்டத்தைத் தூண்டு கிறது. இவ்வாறு தூண்டப்படும் மின்தொட்டம் ஏற்படுத்தப்பட்ட மின்தொட்டத்தின் நிகரக்கு எதிர்த் திசையில் ஏற்படுவதால்

உருவாகும் மின்னோட்ட வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது. இதனால் போலியே மின்னழுத்தத்தை நீக்கினால் காத்தப் பாயம் திடீரென்று மறைவது துவங்குகிறது. இவ்வாறு மறைவது துவங்கும் காத்தப் பாயம் கம்பீர் சுருளில் ஏற்படுத்தப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசை மீறவே ஒரு மின்னோட்டத்தைத் தூண்டுகிறது. இதனால் மின்னழுத்தத்தை நீக்கியவுடன் மின்னோட்டம் திடீரென்று மறைவாமல் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக மறைவது தொடங்குகிறது. எனவே, ஒரு கம்பீர் சுருள் அதில் ஏற்படும் மின்னோட்ட மாற்றம் களை எதிர்க்க வல்லதாக அமைகிறது.

கம்பீர் சுருளில் இத்தகைய தன்மையேன. அதாவது, மின்னோட்ட வளர்ச்சியையும் மின்னோட்ட இறக்கத்தையும் தடுக்கும் தன்மையேன மின்தீர்வம் (inductance) என்று கூறுகிறோம். மின்தீர்வத்தை ஹென்றி (henry) என்று அலகாகக் கொண்டு அளக்கிறோம். சாதாரணமாக ரேடியோவில் பயன்படும் கம்பீர் சுருள்களில் மின்தீர்வம் மிக்லி ஹென்றி (1000 ஹென்றி) அல்லது கைக்ரோ ஹென்றி (1,000,000) அளவிற்கான இருக்கும். (சுருளின் கம்பியை நெருக்கமாகச் சுற்றுவதாலும் சுருளின் விட்டத்தையும் குறைப்பதாலும், சுருளுக்குக் ஒட்டுமூலக் கம்பியை கலப்பதாலும் மின் தீர்வத்தை அதிகரிக்கலாம்.)

இத்தகைய கம்பீர் சுருள்களைச் செய்வதற்கு உலோகக் கம்பிகளைச் சாதாரண நிலையில் பயன்படுத்தினால், நெருக்கமாகச் சுற்றும்போது சுற்றகம் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பு கொண்டு மின்தீர்வம் குறைவ ஏதுவாகும். ஆகையால், இத்தகைய சுருள்கள் செய்வதற்குக் காப்பிடப்பட்ட (insulated) உலோகக் கம்பிகளையே பயன்படுத்தவேண்டும்.

மின்தீர்வம் சுருள் உட்படுத்தப்பட்டிருக்கும் மாறுதிகை மின்னழுத்தத்திற்கும் அதில் ஏற்படக்கூடிய மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள விதத்தை மின்தீர்வ மறப்பு (inductive reactance) என்று அழைக்கலாம். இத்த மின்தீர்வ மறப்பு கம்பீர் சுருளில் ஏற்படும் மாறுதிகை மின்னோட்ட அடுக்கத்தைப் பொறுத்தும் இருக்கிறது. அடுக்கம் அதிகமானால் மறப்பும் அதிகமாகும்; அடுக்கம் குறைந்தால் மறப்பும் குறைவும். அதாவது மின்தீர்வ மறப்பும் ஈரப்பகுதியில் கூறப்பட்ட மின்தேக்கி மறப்பும் மாறுதிகை மின்னோட்டத்தின் அடுக்கத்தைப் பொறுத்து ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்ட விதத்தில் மாறுகின்றன.

இனி, மின்தேக்கியையும், மின்தீர்வத்தையும் மாறுதிகை மின்னோட்டமாக ஒரு மின்சுற்றில் இணைப்பதால் என்ன



தேரும் என்பதைப் பார்ப்போம். அதற்கு முன்பு மாறுதலைக் கண்டுபிடித்ததைப் பற்றிச் சிறிது தெரிந்து கொள்வது அவசியம்.

### மாநிலிக் கணக்குகள்

1. 1, 2, 8 மைக்ரோ ஸார்ட் திறனுள்ள மூன்று மின் தேக்கிகள் தொடரிணைப்பு மூலையில் இணைக்கப்பட்டு 220 வோல்ட் மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுகின்றன. பயனுறு மின் தேக்குத் திறமையும் ஒவ்வொரு மின் தேக்கிக்கும் இடையேயுள்ள மின்னழுத்தத்தையும் கணக்கிடு.

C என்பது பயனுறு மின் தேக்குத்திறன் என்று கொள்க.

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{8} = \frac{11}{8}$$

$$C = \frac{8}{11} \text{ மைக்ரோ ஸார்ட்.}$$

ஒவ்வொரு மின் தேக்கியிலுமுள்ள மின்னூட்டம் சமமாகும். இது  $220 \times \frac{8}{11}$  மைக்ரோ கூலாங்களுக்குச் சமம். மின் தேக்கிகளின் தகடுகளுக்குக்கிடையேயுள்ள மின்னழுத்தம்

$$\frac{120 \times 10^{-6}}{10^{-8}} + \frac{120 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-8}} + \frac{120 \times 10^{-6}}{8 \times 10^{-8}} \text{ வோல்ட்டுகள்} \\ = 120, 60, 40 \text{ வோல்ட்டுகள்.}$$

2. ஒவ்வொன்றும் 6 மைக்ரோ பார்ட் உள்ள 3 மின் தேக்கிகள் தொடரிணைப்பு மூலையில் இணைக்கப்படுகின்றன. இணைப்புக்குக் குறுக்கே 100 வோல்ட் மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுகிறது. மின்சக அடுக்கிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட மின்னூட்டத்தையும் மின் தேக்கிகளில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றலையும் கணக்கிடு. மின் தேக்கிகள் தொடரிணைப்பு மூலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளதால் ஒவ்வொன்றிலுமுள்ள மின்னூட்டம் சமமாகும். இதை C எனக் கொள்ளோம்.

இணைப்பின் பயனுறு மின் தேக்குத்திறன்

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore C = 2 \text{ கைக்ரோ ஃபரட்} = 2 \times 10^{-6} \text{ ஃபரட்.}$$

ஒவ்வொரு மின்தேக்கியிலுமுள்ள மின்னூட்டம்

$$\begin{aligned} Q &= C \times V \\ &= 2 \times 10^{-6} \times 100 \\ &= 2 \times 10^{-4} \text{ கூலம்.} \end{aligned}$$

இனர்பீக் தேக்கப்பட்டுள்ள ஆற்றல்

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} CV^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times 100^2 \\ &= 10^{-2} \text{ ஜூல்} \end{aligned}$$

### மாநிரலி வினாக்கள்

1. மின்னூண்டம் வீணாவப்பதற்குக் கருக்கி வரைக.
2. மின்தேக்கிகளின் அமைப்பையும் அவை தொழிற்படும் விதத்தையும் விவரி.
3. மின்தேக்கியின் கைகளைப்பற்றிச் கருக்கி எழுதுக.
4. மின்தேக்கிகளும், மின்நிலைகளும், மின்காத்த அலை பரப்புகள் எவ்வாறு பயன்படுகின்றன?
5. 'மின்தேக்கிகளும், மின்நிலைகளும் சாடாரில் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றன' - இத்தக கருத்தை ஆராய்க.

## 7. மாறுதிகா மின்னோட்டம்

(Alternating Currents)

எலக்ட்ரான்கள் திகா மாறிமாறி, மீள்தடைகள், மீள் சுருள்கள், (coils), மின்னெக்கிகள் ஆகியவற்றினாலே எதிர்த் திகாகளில் பாயும்போது மாறுதிகா மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது என்று கூறுகிறோம். ஒரு மாறுதிகா மின் இயக்குவிசையை (electromotive force) கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.

$$E = E_0 \sin wt \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (1)$$

இதில்  $E$  என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் உள்ள மின்னியக்கு விசையையும்  $E_0$  என்பது பெரும் மின்னியக்கு விசையையும் குறிக்கும்.  $w = 2\pi f$ ;  $f$  என்பது மின்னியக்கு விசையின் அதிர்வெண் ஆகும்.

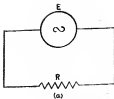
(2) மீள்தடை மட்டுமுள்ள சுற்று :

$E$  என்ற மின்னியக்கு விசை  $R$  என்ற மீள்தடைவிலக்கிது செயல்படுவதாகக் கொள்வோம். மீள்தடையினாலே பாயும் மின்னோட்டம்

$$I = \frac{E}{R} = \frac{E_0 \sin wt}{R} = I_0 \sin wt \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (2)$$

இதில்  $I_0 = \frac{E_0}{R}$ . இங்கு  $I_0$  என்பது சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் பெரும் அளவு ஆகும். ஆகவே, ஒரே கணத்தில்

மின்னியக்கு விசையும் மின்னோட்டமும், பெரும் நிலைப்போ, அல்லது சிறு நிலைப்போ அடைகின்றன. இவ்வுண்மையை படம் 7-1 காட்டுகிறது.

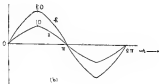


பட்டம் 7-1 (a)

மின் தடைமீல் மாறுதலை மின்னோட்டம்.

(b) மின் தலைமம்மட்டும் உள்ள சுற்று:

மின் தலைமம் உள்ள ஒரு சுற்றில் சுருவில்  $E$  என, ஒரு மாறுதலை மின்னியக்குதலை செயல்பட்டால் கீழ்க்கண்ட சமன் பாடு பொருத்தம்.



பட்டம் 7-1 (b)

$$L \frac{dI}{dt} = E = E_0 \sin \omega t \quad \dots \quad (8)$$

$$\therefore dI = \frac{E_0}{L} \sin \omega t dt$$

இரண் ② பக்கவகையிலும் தொகு ஆக்கவ②த்துப்போது,  
(integrating)

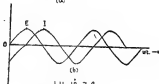
$$I = \frac{-E_0}{L\omega} \cos \omega t = I_0 \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right) \quad \dots (4)$$

$$\text{இதில் } I_0 = \frac{E_0}{L\omega}, \text{ எனவே } \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right) = -\cos \omega t.$$

என்பது நாம் அறிந்ததொன்று. மின்சுற்றியும், மின்னியக்கு வகை, மின்னோட்டம் ஆகியவை மாறுபடும் விதத்தையும் கீழே யுள்ள படங்களில் காண்க.



(a)



படம் 7-2

மின்நிலைமத்தில் மாறுதிறை மின்னோட்டம்

மின்னியக்கு வகை, மின்னோட்டம் ஆகியவை இரண்டும் கைன் வகைகொடுகளாக இருத்தபோதிலும், மின்னோட்டம் மின்னியக்கு வகைக்கு  $\frac{\pi}{2}$  மீன் தங்குகிறது (lags behind).  $L\omega$  என்பது மின் நிலை மறுப்பு (inductive reactance) எனப்படும்.

(c) மின்தகடையும் மின்நிலைமமும் உடைய மின்கற்று :

(LR circuit) இத்தகைய மின்கற்றின் படம் அடுத்த பக்கத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



சமன்பாடு (5) ஐ விடைவிறக்கும்பொழுது

$$I = I_0 \sin (wt - Q) \quad \dots \quad \dots \quad (6)$$

என்று கிடைக்கின்றது. இங்கு  $I_0$ ,  $Q$  இரண்டிற்கும் மதிப்புக் காணும்பொழுது,

$$\tan Q = \frac{Lw}{R} \quad \dots \quad \dots \quad (7)$$

$L$ ,  $W$ ,  $R$  ஆகியவற்றின் மதிப்புகள் தெரிந்திருந்தால்,  $Q$  க் மதிப்பு

$$\therefore I_0 = \frac{E_0}{\sqrt{R^2 + L^2 w^2}} \quad \dots \quad \dots \quad (8)$$

மிக் எதிர்ப்பு என்பது மின்தடை, மின்மறுப்பு ஆகியவற்றின் வெக்டர் (vector) கூட்டலாகும். இதை ஒன் என்ற அலகாக அளக்கிறோம்.

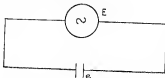
$E$  என்ற மின்னியக்குவிசை  $L$ ,  $R$  சுற்றில் செயல்படும்பொழுது உண்டாகும் மின்னோட்டம்  $I$ , மின்னியக்கு விசைக்கு  $Q$  கோணத்தில் பின்தங்கிப் பாய்கின்றது.

(d) மின்தேக்கி மட்டும் உடைய சுற்று :

இப்பொழுது  $E$  என்ற மின்னியக்கு விசை  $C$  என்ற மின்தேக்கியினூடே செயற்படும்பொழுது, மின்தேக்கியின் மின்னோட்டம்

$$Q = \frac{Q}{C} E_0 \sin wt \quad \dots \quad \dots \quad (9)$$

என்ற சமன்பாட்டினால் பெறப்படும்.



படம் 7-4

மின்தேக்கியில் மாறுதலை மின்னோட்டம்

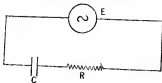
சமன்பாடு (9) ஐப் பகுத்தால்  $\frac{dQ}{dt} = I$

$$\text{எனவே, } \frac{I}{c} = E_0 \sin \omega t = E_0 \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

$$\therefore I = \frac{E_0}{\frac{1}{c\omega}} \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) = I_0 \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad (10)$$

இங்கு  $\frac{1}{c\omega}$  என்பது மின்தேக்கியின் மறுப்பு ஆகும். மேற்கண்ட சமன்பாட்டிலிருந்து மின்தேக்கியின் மின்னியக்கு விசைக்கு  $\frac{\pi}{2}$  கோணத்தில் மூலமாகச் செல்கிறது என்பது விளக்குகிறது.

(c) மின்தேக்கி, மின்தடைச் சுற்று (C, R circuit) :



### புலம் 7-5

C, R சுற்றில் மறுதிறை மின்தேக்கியின்

மேலே உள்ள படத்தில் காட்டியபடி ஒரு மின்தேக்கி, மின்தடை ஆகியவை ஒரு மின்னியக்கு விசைக்கு தொடர்பிணைப்பு மூலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இம் வினைப்பின் சமன்பாட்டைத் தீர்க்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்.

$$IR + \frac{Q}{C} = E_0 \sin \omega t \quad \dots \quad (11)$$

மின் ஓட்டம்  $I = I_0 \sin \omega t$  எனக்கொண்டால்

$$I = \frac{dQ}{dt} = I_0 \sin \omega t$$

$$\therefore \int I dt = \int I_0 \sin \omega t dt = I_0 \int \sin \omega t dt$$

$$\therefore Q = - \frac{I_0 \cos \omega t}{\omega}$$

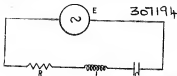


$$\text{எனவே } E = I_0 R \sin wt = \frac{I_0}{\cos wt}$$

$$I = \frac{E_0}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2 \omega^2}}} \sin (wt + \theta) \quad \dots (12)$$

$$\tan \theta = \frac{1}{C \omega R}$$

(f) மின்தடை, மின்திறமம், மின்தேக்கி ஆகியவை தொடர்த்து  
யாக உள்ள மின்கற்ற (Circuit with Inductance, Resistance  
and Capacity) :



புலம் 7-6

L. C. R. சுற்றில் மாறுதல் மின்னோட்டம்

மின்தடை, மின்திறமம், மின்தேக்கி ஆகியவை தொடர்த்து  
இணைக்கப்பட்ட மின்கற்றில்  $E$  என்ற மின்னியக்கு விசை செயல்  
படுவதாகக் கொள்வோம். பிறகு

$$L \frac{dI}{dt} + RI + \frac{Q}{C} = E \quad \dots \dots (13)$$

$E = E_0 \sin wt$  ஆகவதாக,

$$L \frac{dI}{dt} + RI + \frac{Q}{C} = E_0 \sin wt$$

$t$  கையப் பொறுத்துப் பகுத்தாக,

$$L \frac{d^2 I}{dt^2} + R \frac{dI}{dt} + \frac{1}{C} I = E_0 \omega \cos wt \quad \dots \dots (14)$$

இதில்  $I$  மையும் மின்னோட்டத்தை  $I = I_0 \sin (wt - \theta) \quad \dots \dots (15)$   
என்ற சமன்பாட்டினால் குறிப்பிடலாம்.  $I_0$ ,  $\theta$  ஆகியவற்றைக்  
காணும்பொழுது



$$\therefore I_0 = \sqrt{\frac{E_0}{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}} \quad \dots \quad (16)$$

இதிலிருந்து  $I_0$  விக் மதிப்பு தெரிந்துவிடுகிறது.  $\left[L\omega - \frac{1}{C\omega}\right]$  என்பது மின்நிலைமம், மின் தேக்கி ஆகியவற்றின் மொத்த மறுப்பு ஆகும். மின்நடை ( $R$ ), மொத்த மின்மறுப்பு ஆகியவற்றின் வெக்டர் கூட்டலே, மின்கற்றின் மொத்த மின்எதிர்ப்பு ஆகும்.

$$\text{எனவே, } Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} \quad \dots \quad (17)$$

$$\text{மேலும் } \tan \theta = \frac{\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)}{R} \quad \dots \quad (18)$$

மின்னோட்டம்  $\phi$  கோண அளவு மின்னியக்கு விசைக்குப் பிந்த வருகிறது.  $L\omega > \frac{1}{C\omega}$  ஆக இருந்தால்  $\phi$  நேர்க்குறி (positive) யுடையதாக இருக்கும், அப்பொழுது மின்னோட்டம் மின்னியக்கு விசைக்குப் பிந்த தங்கும்.

$L\omega < \frac{1}{C\omega}$  ஆக இருந்தால்  $\phi$  குறைக்குறி (negative) யுடையதாக அமையும்; அப்பொழுது மின்னோட்டம் மின்னியக்கு விசைக்கு முன்பாகப் வரவும்.

தொடர் ஒத்ததிர்வு மின்கற்ற (Series resonant circuit) :

$L\omega = \frac{1}{C\omega}$  வானும், மின்கற்றின் மொத்த மின்மறுப்பு சுழியாகும். எனவே, கோணம்  $\phi$ வும் சுழியாகி விடுகிறது. இப்பொழுது மின்னோட்டமும், மின்னியக்கு விசையும் ஒரேகட்டத்தை படைக்கின்றன (in phase). இத் நிலையில் மின்கற்ற ஒத்ததிர்வு உண்டாகச் சொல்லப்படுகிறது; ஒத்ததிர்வு ஏற்படும்போது

$$L\omega = \frac{1}{C\omega}$$

$$\text{அல்லது } \omega^2 = \frac{1}{LC}$$

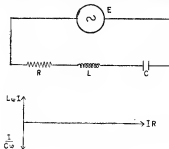
$$\text{அதிர்வு எண் } f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \quad \dots \quad (19)$$

மின் சுற்றில் செயல்படும் மின்னிலக்கு விசையின் அதிர்வு எண் திரிபாக இருந்தால்  $L, C$  இயற்கைச் சரிசெய்து மின் சுற்றில் ஒத்ததிர்வு உண்டாகக்கூடும்.

ஒத்ததிர்வு ஏற்படும்போது மொத்த மின்மறுப்பு சுழியாகி விடுவதால், மின்சுற்றின் எதிர்ப்பு சிறும நிலையை யடைந்து, மின்தடைக்குச் சமமாகிறது. எனவே, மின்னோட்டம் உச்ச நிலையை யடைகிறது.

$$\text{ஆகவே } I = \frac{E}{R} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (20)$$

ஒத்ததிர்வு ஏற்படும்போது, மின் சுற்றின் இருமுனைகளுக்கிடையே ஏற்படும் மின்னழுத்தம்  $= L \omega I$  ஆகும். மின் தேக்கியின் இரு முனைகளுக்கிடையே ஏற்படும் மின்னழுத்தம்  $\frac{I}{\omega C}$  ஆகும். மின்சுற்றில் மாயும் மின்னோட்டம் மிக அதிக மாயுள்ள காரணத்தால் இவ் விரு மின்னழுத்தங்களும் மிக அதிக மாயும், ஒன்றுக்கொன்று எதிராகச் செயற்படும் தன்மையுள்ளன.



புலம் 7-7

ஒத்ததிர்வின் போது  $L, C, R$ -ல் மின்னழுத்த வேதங்கள்

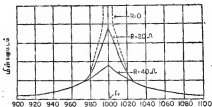
வாகவும் உள்ளன. இந்தக் கருத்துகள் மேலேயுள்ள படங்களில் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

ஒத்தெனின் உச்சம் (Sharpness of resonance):

மின்நிலைம், மின்னோக்கி உள்ள ஒரு மின்சுற்றில் ஒரு மாறு மின்னோக்கியைச் சேர்த்து அதன் மதிப்பை மாற்றி, மின்சுற்றின் இயல்பான அதிர்வெண்ணை (natural frequency)  $\left( f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \right)$

நமக்குத் தேவையான ரேடியோ நிலையத்தின் அதிர்வெண்ணுக்குச் சமனாகும்படி செய்து வானொலி நிலையத்தின் ஒளிபரப்புநிலைக் கெட்கிறோம். இதற்கு அமைத்தோடு (tuning) என்று பெயர். இத் தேர்வில் நமக்குத் தேவையான அதிர்வெண்ணில் பெரும் மின்னோட்டமும் மற்ற அதிர்வெண்களில் சிறும மின்னோட்டமும் உண்டாகும்படி செய்கிறோம். ஏனென்றால் தேவையற்ற நிலையங்களின் மின்னழுத்தங்கள் நமது ரேடியோவில் மின்னோட்டம்க்களை உண்டாக்கின்றன குழப்பம் உண்டாவதைத் தவிர்க்கவேண்டும். இப்போது மின்சுற்றின் இயற்கையான அதிர்வெண்ணும் மின்னியக்கு விசையின் அதிர்வெண்ணும் சமமாகும்.

படம் 7.5-ல் 1000 கிகேர கசக்கிச்/மினுடி அதிர்வெண்ணுக்குச் சார்ந்துக்தி கவகிக்கப்பட்டுள்ள மின்சுற்றின் ஒத்துணர்வு வளைகோடுகள் (response curves) தரப்பட்டுள்ளன.



படம் 7.5 : 1000 கசக்கிச்/மினுடி

படம் 7-8

ஒத்துணர்வு வளைகோடுகள்

இவ் வளைகோடுகள் வெவ்வேறு அதிர்வெண்ணுடைய மின்னழுத்தங்களில் பாரும் மின்னோட்டங்களைக் காட்டுகின்றன. செயல்படுகின்ற மின்னழுத்தத்தின் அதிர்வெண் 1000 கிகேர

காசுக்கிள்/வினாடிக்கு வெகு குறைவாகவோ அல்லது அதிகமாகவோ இருந்தால் மின் சுற்றில் மின்னோட்டம் குறைவாகப் பாய்கிறது. இந்த ஆதிர்வெண் 1000 கி. கா. /வினாடிக்கு அருகில் வரவர மின்னோட்டம் உயர்ந்து 1000 கி. கா. /வினாடியில் பெரும் மதிப்பைப் பெறுகின்றது. இப்போது மின் சுற்றின் தடைச் சுழியாக இருந்தால், ஒத்ததிர்வு நிலையில் மின்னோட்டம் எந்நிலை (infinity) யாக இருக்கும். மின்தடை குறைவாக்குறைவ மின்னோட்டம் அதிக உச்ச அளவுக்குச் செல்வதுடன் அதன் இரு புறங்களிலும் விரைவாகக் குறைகிறது. சுரப்படுத்துதல் கூரையிருந்தால் மின் சுற்றின் தேர்வுத் திறன் (selectivity) அதிகமாகிறது. அதாவது, தேவைவராத ஆதிர்வெண்ணைச் சுலபமாக ஏற்கவும் தேவைவரின் தவறாததைச் சுலபமாக நிராகரிக்கவும் திறன்டைகின்றது.

கூர்மைவராத சுரப்படுத்துதலுக்கு மற்றொரு காரணம் மின் சுருளின் Q எண் (Q—factor) ஆகும். (மின் சுருளின் மறுப்புக்கும் தடைக்குமுள்ள தகவெ (ratio) Q எண்ணாகும். அதாவது,  $Q = \frac{Lr}{R}$ . ஒரு மின் சுற்றின் சுரப்படுத்தும் கூர்மைவை அதிகரிப்பதற்கு அச் சுற்றின் Q எண் அதிகமாயிருத்தல் வேண்டும்.



அதிர்வெண்

படம் 7-9

$\frac{L}{C}$  தகவுக் சுரக் கூர்மைவழி

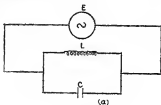
சுரப்படுத்துதலின் கூர்மைவை  $\frac{L}{C}$  தகவைக் கொண்டும்

அதிகரிக்கலாம். மின்தடை மாறியிலாக இருக்கும்போது  $\frac{L}{C}$  தகவு அதிகமாக ஆக சுரக் கூர்மைவழி அதிகமாகிறது. படம் 7-9-ல் இத் தன்மை காட்டப்பட்டுள்ளது.

மின் தடை மாறுதலுக்கும்போது வரிசையாக ஒரு அதிர்வு வண்ணரில் உச்சநிலையை அடைகின்றன. ஒத்ததிர்வு எண்ணை மாற்றும்  $\frac{L}{C}$  தகைய மாற்றவும். ஏனென்றால்  $L$  ஐ இறுமாக்கு உயர்த்தி,  $C$ -ஐ இறுமாடங்காகக் குறைக்கும்போது  $Lc$  மாறாமலிருக்கும். எனவே, ஒத்ததிர்வு எண் மாறுது. ஆனால்  $\frac{L}{C}$  -ஐ மதிப்பு தான்கு மாடக்கு உயர்த்திக்கும்.

மொடர் ஒத்ததிர்வு மின்கற்ற அதிர்வு மின்னோட்டங்களைத் தன்னுடே சொலுத்துவதால் இது சில சமயங்களில் ஏற்றி மின்கற்ற (acceptor circuit) எனவும் சொல்லப்படுகிறது.

இணை ஒத்ததிர்வு (Parallel resonance):



புலம் 7-10

இணை ஒத்ததிர்வுச் சுற்று

$L$  என்ற ஒரு மின்கருவியும்  $C$  என்ற ஒரு மின்தேக்கியையும் இணையாகச் சேர்த்து அதில்  $E$  என்ற ஒரு மாறுதிசை மின்னியக்கு விசையைச் சொலுத்துவோம். மின்கருவியின் தடையை நிராகரித்து விட்டால், மின்னோட்டம் (மின்கருவியில்)  $= I_L = \frac{E}{L\omega}$  ஆகும். இது மின்னழுத்தத்திற்கு  $90^\circ$  மிந்தங்கிப் பாயும். மின்தேக்கியில் பாயும் மின்னோட்டம்  $I_C = Ec\omega$ . இது மின்னழுத்தத்திற்கு  $90^\circ$  ஆகிப் பாயும்.

மின்கற்றுக்கு அளிக்கப்படுகிற மின்னோட்டம் இவ் விரும்பு மின்னோட்டங்களின் வெக்டர் கூட்டாகும்.  $I_L$  அதிமையான மொத்த மின்னோட்டம் மிந்தங்கும்;  $I_C$  அதிமையான மின்னோட்டம்.

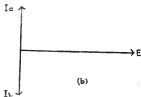
$I_f - I_c$  ஆனும் மின்சுற்று ஒத்ததிர்வு நிலைமையடைவும்.

$$\frac{E}{L\omega} = E\cos \therefore \omega^2 = \frac{1}{Lc}$$

$$\text{ஆகவே } f = \frac{1}{2\pi\sqrt{Lc}} \quad \dots \quad (21)$$

ஆகவே, இவை ஒத்ததிர்வேண்ணும், தொடர் ஒத்ததிர்வேண்ணும் ஒன்றுக்கொன்று சமமானவை.

இவை ஒத்ததிர்வில்கொழு மின்சுற்றின் எதிர்ப்பு சுறிலி (infinity) ஆகிறது. எனவே, இவற்றியிலிருந்து மின்னோட்டம் மின்சுற்றுக்குப் பாய்வதில்லை. ஆகவே, இதை நிராகரிப்புச் சுற்று (rejector circuit) என்று கூறுவர். ஆனும், மின்சுருள், மின் தேக்கிப் புலங்களில் மிக அதிகமான மின்னோட்டங்கள் சமமாயும் ஒன்றுக் கொன்று எதிராகவும் பாய்ந்துகொண்டிருக்கும். இவ்வாறு தாம் மின்னோட்டம் கொடுக்காமலிருக்கும்போதும், மின்சுற்று அலைவுற்ற (oscillating) வண்ணமாயிருப்பதால், சுற்று மின்னோட்டம் (circulating current) இருந்துகொண்டே இருக்கும். இவ்வாறு மின்சுற்று அலைவுறாமலில் அதிக ஆற்றம் ஊசலாடிக்கொண்டேயிருக்கும்.



பட்டி 7-10 (உ)

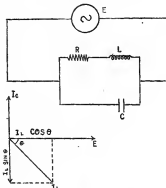
இவை ஒத்ததிர்வுச் சுற்றில் L, C-யின் மின்னளவுத்த வேதம்

பொதுவாக மின் தேக்கிப் புலத்திலுள்ள மின் தடையை நிராகரிக்கிறோம்; மின்சுருளின் தடையை மட்டுமே கவனிக்கிறோம். எனவே, L, R என்பன தொடர்பு இணைப்பாகவும், C இணைப்பிணைப்பாகவும் உள்ளன. இதைத் 'தொடர் இணைப்பிணைப்பு'

(series parallel circuit) எம்மும் கூறுவர். தோழையின் மூலக்கள் இவற்றை விளக்குகின்றன. இத்தகைய கருவியை மாயம் மிக்ஞேட்டம்.

$$I_L = \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2} \quad \dots \dots \dots (22)$$

என்ற சமன்பாட்டினால் பெறப்படுகின்றது.



புலம் 7-11

தொடர் இணைப்பினால்

இந்த மிக்ஞேட்டம், மின்னியக்கு விசைக்கு  $\theta$  டிகிரி கோணத்தில் சித்தப்படுகிறது  $\tan \theta = \frac{L\omega}{R} \dots \dots \dots (23)$

$$\therefore \sin \theta = \frac{L\omega}{\sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}} ; \cos \theta = \frac{R}{\sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}} \dots (24)$$

மிக்ஞேட்டத்தில் மிக்ஞேட்டம்  $I_C = E \cos \theta$ . இது E-க்கு  $\frac{\pi}{2}$  கோணத்தில் முன்னேடுகிறது. மின்சுருளில் மாயம் மிக்ஞேட்



உத்தரவு ( $I_L$  ஐ) 54-ஐ இணைப்பாகவும், செங்குத்தாகவும் பகுத்தால்  $I_L \cos \theta$  இணைப்பாகவும்  $I_L \sin \theta$  செங்குத்தாகவும், அதாவது  $\pi/2$  கோணத்தில் மிகைப்பீழும் உருவான. இத்தகைய எந்திரம்  $I_L \sin \theta$  யும்  $I_C$  யும் ஒன்றுக்கொன்று நேர் எதிர்சகவும் சமமாகவும் இருத்தால் ஒத்ததிர்வு ஏற்படும்.

$I_L \sin \theta$ ,  $I_C$  ஆகியவற்றின் மதிப்புக்களை  $I_L \sin \theta = I_C$ -ல் இடும்போது  $I_L \sin \theta = I_C$

$$\sqrt{\frac{E}{R^2 + L^2 \omega^2}} \quad \sqrt{\frac{L\omega}{R^2 + L^2 \omega^2}} = E\omega$$

$$(1c) \quad \left( \sqrt{\frac{L}{R^2 + L^2 \omega^2}} \right)^2 = c$$

$$\frac{L}{R^2 + L^2 \omega^2} = c$$

$$\therefore L^2 \omega^2 c = L - R^2 c$$

$$\omega^2 = \frac{1}{Lc} \left[ \frac{L - cR^2}{L} \right]$$

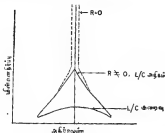
$$\omega^2 = \frac{1}{Lc} \left[ 1 - \frac{cR^2}{L} \right] \dots \dots (28)$$

$$\text{ஒத்ததிர்வு எண் } f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{Lc} \sqrt{1 - \frac{cR^2}{L}}$$

$$= f_0 \sqrt{1 - \frac{CR^2}{L}} \dots \dots (29)$$

இங்கு  $f_0$  என்பது மிகைமை சுழிவாக இருக்கும்போது உருவ ஒத்ததிர்வைக் குறிக்கும். அடுத்துள்ள படத்தில் மீள் எதிர்ப்பு அதிர்வெண்ணுடன் மாறும் வகை குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

இவ்வூத்ததிர்வுச் சுற்றும் ஒரு நிராகரிப்புச் சுற்றாகும் எனவே, இத்தகைய சுற்றில் ஓத்ததிர்வு ஏற்படுக்போது மிக எதிர்ப்பு அதிகமாகிவிடுகும்.



பட்டி 7-12

இணைச்சுற்று ஓத்துணர்வுக் கோடுகள்

மின்சேர்க்கி, மின்நிலையம் ஆகியவைகளின் உதவிகொண்டு அமைக்கப்பட்ட மின்சுற்றில் எலக்ட்ரான்களை மூன்றாம் பின்னும் இயக்க முடியும் என்று மூன்று பார்த்தோம். இத்தகைய இயக்கத்தால் மின்காத்த அலைகளை உண்டாக்கலாம் என்று கூறினோம். எலக்ட்ரான்களின் இயக்க அதிர்வெண் மின்சேர்க்கியின் மின்திறனையும், சுருளின் மின்திறமத்தையும் பொறுத்திருக்கிறது எனவும் கண்டோம். மின்சேர்க்கி, மின்நிலையம் ஆகியவற்றின் திறனைக் குறைப்பதன்மூலம் எலக்ட்ரான்களின் இயக்க அதிர்வெண்ணைக் கூட்டலாம். அதாவது மின்காத்த அலைகளின் அதிர்வெண்ணை அதிகரிக்கலாம். அவற்றின் மதிப்பை அதிகரித்தால் அலைகளின் அதிர்வெண் குறையும். மின்சுருளில் உள்ள தண்டலின் காரணமாக, சுருள் வெப்பமடைவதால் ஆற்றல் செலவாகிறது. எனவே, எலக்ட்ரான்களின் இயக்கம் தொடர்ந்து தடைபெறுது நின்றுவிடும். இயக்கம் நிலையாக இருக்கவேண்டுமானால் வீணாகும் மின்திறனை சுடுசெய்யவேண்டும். இதை திரையோடு (triode) என்ற மின்முறையை அமைப்பதற்காகம் (oscillator) பயன்படுத்துவதன்மூலம் செய்வமுடியும்.

### மாஇசிக் கணக்குகள்

1. ஒரு ஹென்றி மதிப்புள்ள மின்நிலைமத்துடன் 200வோல்ட் மின்னழுத்தமும், வினாடிக்கு 50 சுற்றுகளுடைய ஓர் இழுதிசை மின்னழுத்த மூலத்தை இணைக்கும்பொழுது ஆந்த மின்நிலை மத்தில் செல்லும் மின்னோட்டத்தைக் காண்க.

$$\text{மின்நிலைமம் } L = 1 \text{ ஹென்றி}$$

$$\text{அடுக்கம்} = 50 \text{ வாக்கிள் / வினாடி}$$

$$\therefore \text{மின்மறுப்பு} \times L = \omega L = 2\pi fL$$

$$= 2 \times 3.14 \times 50 \times 1$$

$$= 314 \text{ ஓம்சுள்}$$

$$E_{R.M.S.} = 200 \text{ வோல்ட்டுசுள்}$$

$$I_{R.M.S.} = \frac{E_{R.M.S.}}{\omega L}$$

$$= \frac{200}{314} = 0.64 \text{ ஆம்பியர்சுள்,}$$

2. மாறுபடு அடுக்கமும், 5 வோல்ட்டுசுள் மின்னழுத்த பேதமும் உள்ள ஓர் இழுதிசை மின்னியக்கு விசை 10 மீகன் ஹென்றி மின்நிலைமமும், 0.5 ஓம் மீள்தடையும், 0.01  $\mu F$  கிண்டேக்கித் திறனுடைய ஒரு சுற்றுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. (a) சுற்றின் ஒத்தியைவு அடுக்கம், (b) ஒத்தியைவு மின்னோட்டம், (c) ஒத்தியைவில் மின்னேக்கித்திடையேயுள்ள மின்னழுத்தம் (d) ஒத்தியைவு அடுக்கத்தில் 0.7 பங்குள்ள அடுக்கத்தில் சுற்றில் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றைக் காண்க.

$$E = 5 \text{ வோல்ட்டுசுள்,}$$

$$L = 10 \times 10^{-3} \text{ ஹென்றி}$$

$$R = 0.5 \text{ ஓம்}$$

$$C = 0.01 \times 10^{-6} \text{ கபாசிட்}$$

$$(a) \quad fr = ?$$

$$(b) \quad Im = ?$$

$$(c) \quad E_c = ?$$

$$(d) \quad I \text{ at } 0.7 \text{ fr} = ?$$

$$\begin{aligned} (a) \quad fr &= \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \\ &= \frac{1}{2\pi\sqrt{10 \times 10^{-3} \times 0.01 \times 10^{-6}}} \\ &= \frac{10^3}{2\pi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Geggeb. } w_r &= 2\pi fr \\ &= \frac{2\pi \times 10^3}{2\pi} = 10^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (b) \quad I_m &= \frac{E}{R} \\ &= \frac{5}{0.5} = 10 \text{ Ampere.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (c) \quad E_c &= I_m \times \frac{1}{cw} \\ &= 10 \times \frac{1}{0.01 \times 10^{-3} \times 10^3} \\ &= 10 \times 1000 \\ &= 10000 \text{ Volt.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (d) \quad f &= 0.7 \text{ fr} = \frac{0.7 \times 10^3}{2\pi} \\ w &= 2\pi f = \frac{2\pi \times 0.7 \times 10^3}{2\pi} \\ &= 0.7 \times 10^3 \\ I &= \frac{E}{\sqrt{R^2 + \left(Lw - \frac{1}{cw}\right)^2}} \end{aligned}$$

$$= \frac{5}{\sqrt{0.6^2 + \left(10 \times 10^{-3} \times 0.7 \times 10^3 - \frac{1}{0.01 \times 10^{-3} \times 0.7 \times 10^3}\right)}}$$

$$= \frac{5}{667}$$

$$= 0.008 \text{ ஆம்பியர்கள்.}$$

8. ஒரு தொடர் ஒத்திசையவுச் சுற்றில்  $0.5$  மில்லி ஹென்றி மின்திசையலும்,  $0.002 \mu F$  மின்தேக்கியும்,  $2$  ஓம்கள் மின்தடையும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. காறுபடு அடுக்கத்தையுடைய இரண்டு வெவ்வேறு கைகை சுற்றிற்குக் கொடுக்கப்படுகிறது.

(a) ஒத்திசையவு அடுக்கம், (b) ஒத்திசையவு மின்னோட்டம்  
(c) ஒத்திசையலில் மின்தேக்கிக்கிடையே மின்னழுத்தம்,  
(d) சுற்றில்  $Q$  மதிப்பு, (e) சுற்றில் அடுக்கம் ஒத்திசையவு அடுக்கத்தில்  $0.7$  பங்கு இருக்கும்போது சுற்றில் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடு.

$$L = 0.5 \times 10^{-3} \text{ ஹென்றி}$$

$$C = 0.002 \times 10^{-6} \text{ கபசாட்}$$

$$R = 2 \text{ ஓம்}$$

$$E = 2 \text{ வெவ்வேறுகல்}$$

$$fr = ?$$

$$Im = ?$$

$$E_C = ?$$

$$Q = ?$$

$$I = ?$$

$$(a) fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.5 \times 10^{-3} \times 0.002 \times 10^{-6}}}$$

$$= \frac{10^5}{\sqrt{\pi}}$$

$$= 1.565 \times 10^5 \text{ சுற்றுகல்.}$$

$$\begin{aligned} \omega r &= 2 \pi f r = \frac{2\pi \times 10^3}{2\pi} \\ &= 10^3 \end{aligned}$$

(b) இத்தகைய நிலைக்குட்பட்ட  $Im = \frac{E}{R} = \frac{2}{2}$   
 $= 1$  அம்பேர்.

(c)  $E_s = Im \times \frac{1}{\omega C}$   
 $= \frac{Im}{C \times 2\pi f r}$   
 $= \frac{1}{0.002 \times 10^{-3} \times 10^3}$   
 $= 500$  Ohms.

(d)  $Q = \frac{L\omega r}{R}$   
 $= \frac{0.5 \times 10^{-3} \times 10^3}{2}$   
 $= \frac{500}{2}$   
 $= 250.$

(e)  $0.7$  fr. க்கு நிலைக்குட்பட்ட.

$$\begin{aligned} f &= 0.7 \text{ fr.} \\ &= \frac{0.7 \times 10^3}{2\pi} \\ &= \frac{7 \times 10^2}{2\pi} \end{aligned}$$

$$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2}{\sqrt{4 + \left( 0.5 \times 10^{-3} \times 7 \times 10^{-3} \right.}} \\
 &\quad \left. - \frac{1}{0.002 \times 10^{-6} + 7 \times 10^{-6}} \right)^2} \\
 &= \frac{2}{384} \\
 &= 0.0052 \text{ ஆம்பியர்.}
 \end{aligned}$$

### மாநிலி வினாக்கள்

1. தொடர் ஒத்திசைவுச் சுற்றின் கொள்கையை விளக்குக. ஒத்திசைவு அடுக்கம், ஒத்திசைவு மின்னோட்டம் ஆகிய வற்றிற்குச் சமன்பாடுகளைப் பெறுக. அடுக்கத்திற்கும், மின்னோட்டத்திற்குமுள்ள தொடர்பை விளக்குக.
2. மின் தடைமூடல் கூடிய மின் நிலைமத்தையுடைய ஓர் இணை ஒத்திசைவுச் சுற்றின் கொள்கையை விளக்குக.
  - (a) ஒத்திசைவு அடுக்கம்.
  - (b) ஒத்திசைவு மின்னோட்டம்.
  - (c) ஒத்திசைவு மின்னெதிர்ப்பு ஆகியவற்றைக் காண்க.
3. இணைத்தொகு, பொறுக்குத் திறன், ஒத்ததிர்வின் கூர்மை ஆகியவற்றை விளக்குக. ஒத்ததிர்வின் கூர்மை எவ்வாறு மின் சுற்று மாற்றிகளைப் பொறுத்துள்ளது?
4. ஒரு கம்பீச் சுற்றின் பண்பு (quality), இணைப்பெண் coefficient of coupling) மாதுரிசை இணைப்பெண் ஆகியவற்றை விளக்குக.
5. சிறு குறிப்பு வகை :
  - (a) ஏற்புச் சுற்றுகள் (acceptor circuits)
  - (b) மறுப்புச் சுற்றுகள் (rejector circuits)
  - (c) இணைப்புச் சுற்றுகள் (coupled circuits)

6. ஒரு மின்சுற்றில் மின்தங்கல், (lagging) முன்னோடுதல் (lead) என்பனவற்றை விளக்குக.

(i) ஒரு தூய மின்தடை, (ii) ஒரு தூய மின்நிலைமம், (iii) ஒரு தூய மின்தேக்கி ஆகியவற்றிற்கு ஒரு மாறுதலை மின்னியக்கு விசை கொடுக்கப்படுகின்றது. ஒவ்வொன்றிலும் மாறுதலை மின்னியக்கு விசைக்கும், மாறுதலை மின்னோட்டத்திற்குமுள்ள கட்ட பேதத் தொடர்புகளைக் காண்க. எனவே, கம்பிச்சுருள், மின்தேக்கி ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மின்மறுப்பை விளக்குக.

7. ஒரு மாறுதலை மின்னியக்கு விசை, ஒரு மின்தேக்கி, ஒரு மின்தடை ஆகியவை தொடரிணைப்பு முறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு மின்சுற்றுக்குக் கொடுக்கப்படுகின்றது. மின்சுற்றில் மின்னோட்டம், மின்னெதிர்ப்பு ஆகியவற்றைக் காண்க.

8. ஒரு சோக்கின் (choke) கொள்கையை விவரி. ஒரு மின்தடைமாற்றி (rheostat), ஒரு மின்மாற்றி (transformer) ஆகியவற்றைவிட ஒரு சோக் உயர்த்ததாகக் கருதப்படுவதேன்?

9. A.C. மின்னியக்குவிசை கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஒரு மின்சுற்றில் மின்னோட்டத்தைக் குறைக்கும் முறைகளை விவரி. நீ எந்த முறையைச் சிறந்தது எனக் கருதுகிறாய்?

10. மின் திறனை வெகுதூரங்களுக்கு ஏன் உயர்மின்னழுத்தங்களில் பரப்புகின்றனர்? குறைந்த மின்னழுத்தத்தில் பரப்பினால் வரும் இடைபூறுகள் யாவை? வெகுதூரங்களுக்கு மின்னூற்றலைச் செலுத்த மாறுதலை மின்னோட்டத்தைப் பயன்படுத்துவது ஏன்?



## 8. மின் குழாய்கள்

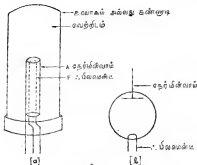
(Valves)

ரேடியோ, டிராஃ, தொலைக்காட்சி இன்னொன்றான விபத்தகு கண்டுபிடிப்புகளுக்குக் காரணம் மின் குழாய்கள் (electron tubes) அல்லது வெப்ப அயனி வாகுவுகள் (thermionic valves) ஆகும். இச் சிறு சாதனம் அற்புதத்திறமை வாய்ந்தது. மின் குழாய்கள் விஞ்ஞானத்தின் தலைசிறந்த கண்டுபிடிப்புகளில் ஒன்றாகும்.

1852 ஆம் ஆண்டில் ஹெர்மனியஸ் ஷேர்த் எகஸ்டரம் (Elster) கைட்டலும் (Görlitz) ஒரு வேற்றிடக் குழாயில் ஒரு மின் இழைவையும், தகட்டையும் பொருத்தினர். அம் மின்னியைக்குச் சூடேற்றினர். அப்பொழுது அக் குழாயில் ஒரு திசையிட்டுமே மின்னோட்டம் செல்வதைக் கண்டனர். ஆனால், என்ன காரணத்தாலோ அவர்கள் தங்கள் ஆராய்ச்சியை நேற்கொண்டு தொடரவில்லை. பின்னர் 1858 ஆம் ஆண்டில் தாமஸ் ஆல்வா எடிசன் தாம் கண்டு பிடித்த மின்விளக்கிலுள்ள ஒரு தகட்டைப் பொருத்தி அதற்கு நேர்மின்னூட்டம் கொடுத்தார். அப்பொழுது மின்னியைக்கும் தகட்டிற்குமிடையே ஒரு மின்னோட்டம் பாய்ந்தது. தகட்டிற்கு எதிர்மின்னூட்டம் கொடுத்தபொழுது மின்னோட்டம் தடைபட்டுவிட்டது. இந்த விளைவிற்கு எடிசன் விளைவு (Edison effect) என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. ஆனால், அவரும் தமது ஆராய்ச்சியைத் தொடரவில்லை. பிறகு 1809-ல் ஃபிளெமிங் (Fleming) என்ற விஞ்ஞானி முதல் மின் குழாய்களைக் கண்டு பிடித்தார். அதன் அமைப்பு அடுத்த பக்கத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒரு கண்ணாடி அல்லது உலோகக் குழாயிலுள்ள  $F$  என்ற உலோகக் கட்டுப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. அதற்கு ஃபிலேமென்ட் (filament) என்று பெயர். அதைச் சுற்றித் தொடரமாக குழாய் வடிவில்  $A$  என்ற ஓர் உலோகத் தகடு வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. குழாயிலுள் உள்ள காற்று நீக்கப்பட்டுள்ளது. படம் 8.1 (b)ல்

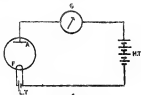
இக் குழாய் குதிரிட்டு ஸ்தலத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. A என்ற உலோகத் தகட்டிற்கு நேர் மின்னாகம் (anode) என்று பெயர்.



படம் 6-1

வானொலியில் மிக் குழாயின் அமைப்பு

இந்த மிக் குழாய் வேலைசெய்யும் விதத்தை இப்போது விளக்குவோம்.



படம் 6-2

உலோக மின்னகம்

படம் 6.2-ல் காட்டப்பட்டுள்ள மின்தந்தரக் கவனிக்கவும்.

படத்தில்  $L.T.$  என்ற குறையின்னழுத்த மின்கல அடுக்கு (low tension battery)  $\pi$ பிலமெண்டைச் சூடாக்கப் பயன்படுகிறது.  $G$  என்பது ஒரு காம்பவு மீட்டர் (galvanometer)  $H.T.$  என்பது ஓர் உயர் அழுத்த மின்கல அடுக்கு (high tension battery).  $H.T.$  யின் தேர்மியவாய் காம்பவு மீட்டர் வழியாக  $A$  யுடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றது. இதனால்  $A$  தேர் மின்னழுத்தம் பெறுகின்றது.  $L.T.$  என்ற மின்கல அடுக்கினால்  $F$  என்ற  $\pi$ பிலமெண்டைச் சூடாக்கும்பொழுது அதிலுள்ள புறப்பணி எலெக்ட்ரான்கள் வெளிப்படுகின்றன. இதற்கு வெப்ப அயனி வெளியீடு (thermionic emission) என்று பெயர். இவ் வினைவை முதன்முதல் ரிச்சர்ட்சன் (Richardson) என்ற விஞ்ஞானி கண்டுபிடித்தார்.

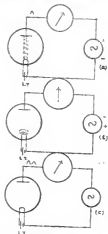
$\pi$ பிலமெண்டுகிலுத்து வெளிக்கிளையும் எலெக்ட்ரான்கள் குழாய்க்குள் நிகழ்த்து ஓர் எலெக்ட்ரான் மேகத்தை (electron cloud) உருவாக்குகின்றன. இம் மேகம்  $\pi$ பிலமெண்டுகிலுத்து மென்மேலும் எலெக்ட்ரான்கள் வெளிவருவதைத் தடுத்து விடுகிறது. இப்பொழுது  $A$ வை  $H.T.$ யின் உதவியால் தேர் மின்னழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தினால் எலெக்ட்ரான் மேகத்திலிருந்து சில எலெக்ட்ரான்கள்  $A$ வை தேக்கிச்செல்லும். ஆகவே,  $\pi$ பிலமெண்டுகிலுத்து மேலும் எலெக்ட்ரான்கள் வெளிவரும். இங்ஙனா எலெக்ட்ரான்கள் வெளிப்படுவதால்  $\pi$ பிலமெண்டில் உண்டாகும் எலெக்ட்ரான் குறைவை நீக்க  $H.T.$ யின் எதிர்மின் வாயிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள்  $\pi$ பிலமெண்டிற்கு வருகின்றன.  $\pi$ பிலமெண்டுகிலுத்து வெளியேறிய எலெக்ட்ரான்கள் தேர் மின் வாயினால் ஈர்க்கப்பட்டு  $H.T.$ யின் தேர்மின்வாய்க்குச் செல்லுகின்றன. இங்ஙனா தேர்மின்வாய் தேர்மின்னழுத்தம் பெற்றிருக்கும்பொழுது எலெக்ட்ரான் இயக்கம் தடைபெறுகின்றது.

$H.T.$  மின்கல அடுக்கின் எதிர் மின்வாயை  $A$  யுடன் இணைத்தால் அது எதிர் மின்னழுத்தம் கொண்டதாக ஆகும். எனவே, மின்னோட்டம் ஏற்படாது. இதற்குக் காரணம் மின் குழாயின்  $A$  எதிர் மின்னழுத்தத்தைப் பெற்றிருப்பதால் எலெக்ட்ரான்களை ஒதுக்கிவிடுகிறது.

இந்த மின் குழாய் எலெக்ட்ரான்களை ஒரே திசையில் தாள் செலுத்தும்.  $A$  க்குக் கொடுக்கப்படும் தேர் மின்னழுத்தத்தை அதிகமாக்கினாலோ அல்லது  $\pi$ பிலமெண்டை அதிகமாகச் சூடாக்கினாலோ அதிக எலெக்ட்ரான்கள் ஈர்க்கப்பட்டு மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும். பேரியம் ஆக்சைடு (barium oxide) போன்ற இரசாயனக் கலவைகள் பூசப்பட்டுள்ள  $\pi$ பிலமெண்டுகள் குறைந்த வெப்பநிலையிலும் அதிக எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடும்.

பிரிஸ்கென்டட் சுற்றியுள்ள நேர்மின்வாய் சிவசமயம் தகடு (plate) என்றும் கூறப்படும். இது திசைக் கூடுவது மாலிடெனம் (molybdenum) என்ற உலோகத்தாலான குழாய். திசை மிகுந்த மின்னாற்றியின் நேர்மின்வாய் செயல்படுத்தப்படக் செயல்பட்டுள்ளது. இந்த மின்னாற்றியில் பிரிஸ்கென்டட் (இதற்கு எதிர் மின்வாய்-anode என்றொரு பெயருமுண்டு) நேர்மின்வாய் ஆகிய இரு உறுப்புகளையிருப்பதால் இதற்கு டயோடு (diode) என்ற ஆங்கிலத்தில் பெயர் கொடுக்கப்பட்டது.

நேர் மின்வாயுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் H.T. என்ற மின் ஊ அடுக்கிற்கும் பதிலாக இருதிசை மின்னாற்றத்ததைக் கொடுக்கும் ஓர் இயந்திரம் இணைத்தால் நேர்மின்வாய் நேர்

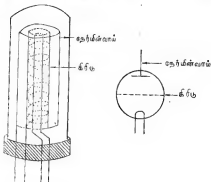


புடயி 83

டயோடு திருத்திச் சுற்று

மின்னாட்டத்தையும் எதிர்மின்னாட்டத்தையும் மாற்றியறிப் பெறும். நேர்மின்வாய் நேர்மின்னாட்டம் பெறுமபோது அப்போது

எலக்ட்ரான்கள் ஈர்க்கப்படுவதால் அவற்றின் இயக்கம் விட்டு விட்டு நிகழும். அதாவது டியோடு இருதிசை மின்னோட்டத்தை ஒருதிசை மின்னோட்டமாக மாற்றவல்லதாக இருக்கின்றது. ஆகையால் டியோடைத் திசையாற்றியாகப் பயன்படுத்த முடிகிறது. இதனை டியோடு திருத்தி (diode rectifier) என்று சொல்லலாம். இதுவே டியோடின் சிறந்த பயனுமாகும். இந்தக் கருத்துக் களைப் படம் 8-3 விளக்குகிறது.

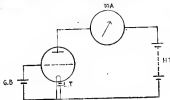


படம் 8-4

டியோடு மின் குழாய்

டயோடு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சிறிது காலத்திற்குப் பிறகு (லீ டி. ஃபார்ஸ்ட்) (Lee De. Forest) என்ற விஞ்ஞானி மின் குழாய்க்குள் மேல்விய கம்பிச் சுருளான ஒன்றை உறுப்பு ஒன்றைப் பொருத்தினார். இது ஃபிரெண்டைத் தொடரவல் குழாய்க்குள் பொருத்தப்பட்டது. இப்பொழுது மின் குழாய்க்குள் ஒன்று உறுப்புடன் உள்ளன. எனவே, இந்த மின் குழாய்க்கு டிரயோடு (triode) என்ற பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. இந்த ஒன்றை உறுப்பிற்கு கிரீடு (grid) என்ற பெயர். இந்த டிரயோடு மின் குழாயின் அமைப்பு படத்தில் (8-4) காட்டப் பட்டுள்ளது.

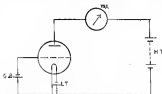
படம் 8-5 க் காட்டியவுள்ளபடி டிரயோடு மின்சூழலியின் தேர் மின் வாயுடைய H.T. என்ற உயர்த்த மின்னழுத்தமுள்ள ஒரு மின் கல அடுக்கின் தேர்மின் வாயை இணைப்போம்.



படம் 8-5 (d)

டிரயோடு மின்சூழலியின் சுற்று

பிரிவெண்ட்டன் L.T. என்ற குறைந்த மின்னழுத்த மூலம் ஒரு மின்சுறை அடுக்கையும் கிரீடுடன் G.B. என்ற மின்சுறை அடுக்கையும் இணைப்போம். G.B. என்பது (Grid Bias) என்ற வார்த்தையின் சுருக்கமாகும். படம் 8-5 (a) க் கிரீடு தேர் மின்னழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்டுக்கிறது. இது கிரீடு



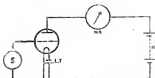
படம் 8-5 (b)

டிரயோடு மின்சூழலியின் சுற்று

மின்னழுத்தம் (grid voltage) என்று கூறப்படுகிறது. படத்தில் mA என்பது மில்லி அம்பீட்டாகும். பிரிவெண்ட்ட் சூடாக்கப்படும் போது அதனின்றும் எலெக்ட்ரான்கள் வெளிப்படுதி ஓர் எலெக்ட்ரான் மோகத்தை உருவாக்குகின்றன. கிரீடு G.B. என்ற மின்சுறை

அடுக்கின் உதவியால் நேர் மின்னூட்டம் பெற்று எலெக்ட்ரான்களை எடுத்து எலெக்ட்ரான் மேகத்தின் வலிமையைக் குறைக்கிறது. எனவே, பிபிஎம்என்டிக்குத் து மேக்மேஜும் அதிக எலெக்ட்ரான்கள் வெளிப்பட்டு நேர்மின்வாயை நோக்கிச் செல்கின்றன. எனவே, டயோடைக்காட்டிலும் இங்கு மின்னோட்டம் அதிகமாகிறது. மேஜும் கிசிடு மின்னழுத்தத்தை G.B. மின்சை அடுக்கின் மிக் இயக்கு விசையை அதிகரிப்பதன்மூலம், டிரயோடு வழியாக ஏற்படும் மின்னோட்டத்தையும் அதிகரிக்கலாம்.

படம் 8.5 (b) க் காட்டியபடி கிசிட G.B. என்ற மின்சை அடுக்கின் எதிர்மின்வாயை இணைப்பதாகக் கொள்வோம். இந்த முறையில் கிசிடு எதிர்மின்னழுத்தம் பெறுகின்றது. இதனால் அது பிபிஎம்என்டி வெளியிடும் எலெக்ட்ரான்களில் சிலவற்றைத் தடுத்து நிறுத்தும். அப்போது மின்சுற்றில் மின்னோட்டம் குறைத்துவிடுகிறது.



படம் 8.5 (b)

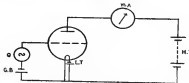
டிரயோடு சுற்றில் மாறுதலை மின்னோட்டம்

அடுத்துப் படம் 8.5 (c) க் காட்டியபடி ஒரு மாறு தலை மின்னோட்டத்தை மிக் குழாயின் கிசிடுடன் இணைப்போம்.

இப்போது கிசிடு மாறிமாறி நேர்மின்னூட்டத்தையும் எதிர்மின்னூட்டத்தையும் பெறுகின்றது. ஆகவே, நேர்மின்வாய்ச் சுற்றில் (நேர்மின்வாய் H.T. மின்சை அடுக்கு, பிபிஎம்என்டி ஆகியவை அடங்கிய சுற்று) மின்னோட்டம் கூடியும் குறைத்தும் ஆனும் ஒரே திசையில் செல்லும். அதாவது கிசிடு நேர்மின்னழுத்தம் பெற்றிருக்கும்போது சுற்றில் மின்னோட்டம் அதிகமாகும், கிசிடு எதிர்மின்னழுத்தம் பெற்றிருக்கும்போது சுற்றில் மின்னோட்டம் குறைத்துவிடுக்கும். ஆகவே, கிசிடு சுற்றில் ஒரு மாறு தலை மின்னோட்டத்தைப் புகுத்தும்போது, அது வலிமை மாறும் ஒரே திசை மின்னோட்டத்தை (varying current) நேர்மின்வாய்ச்

சுற்றில் உருவாக்குகிறது. எனவே, டிரயோடைபும் திசை மாற்றியாகப் பயன்படுத்தலாம் என்பது புலனாகின்றது.

கிரீடுடன் மாறு திசை மின்னோட்டத்தைக் கொடுக்கும் கருவி ஒன்றினை இணைப்பதால், அது மாறிமாறி தேர்மின்னூட்டத்தையும், எதிர்மின்னூட்டத்தையும் பெறும் என்று மூன்றாக கூறினோம். ஆனால், கிரீடு தேர்மின்னூட்டம் பெறும்படி சாதாரணமாக விடுவதில்லை. ஏனெனில் கிரீடும் எலெக்ட்ரான்களை ஈர்த்துக் கொள்ளும். ஆகவே, பொதுவாக கிரீடுக்கு எதிர்மின்னூட்டத்தைக் கொடுத்து (படம் 8.6.) அதன் அளவைக் கூட்டியும் குறைத்தும் கிரீடுச் சுற்றில் மாறுதிசை மின்னோட்டத்துடன் ஒரு நிலையான ஒரு திசை மின்னோட்டத்தையும் பாயவிடுகிறோம். இதற்கு மின் குழாயின் கிரீடுச் சுற்றில் குறைந்த அழுத்தத்தைக் கொடுக்கக் கூடிய ஒரு மின்கல அடுக்கை இணைக்கிறோம். இதை இணைக்கும் போது மின்கல அடுக்கின் எதிர் மின்வாய் மின் குழாயின் கிரீடுடன் இணைக்கப்படல் வேண்டும். இப்பொழுது கிரீடுச் சுற்றில் மாறு திசை மின்னழுத்தம் ஒரு திசை மின்னழுத்தம் ஆக இரு மின்னழுத்தங்கள் செயல்படுகின்றன. இந்த அமைப்புகளையே படம் 8.6 காட்டுகிறது.  $m.A$  என்பது வழக்கமாகக் குறிக்கப்படும் மின்னிய அம்பீட்டராகும். படத்தில்  $G.B.$  என்பது  $A$  வோல்ட் மின்னழுத்தம் கொடுக்கக்கூடிய மின்கல அடுக்கு எனக்



படம் 8-6

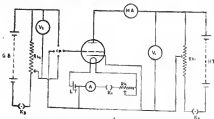
டிரயோடு சுற்றில் ஒருதிசை, மாறுதிசை மின்னழுத்தங்கள்

கொள்வோம்.  $Q$  என்பது  $+2$  வோல்ட்டுக்கும்  $-2$  வோல்ட்டுக்கும் மாறக்கூடிய மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கக் கூடிய கருவி எனக் கொள்வோம். இதனால்  $Q+2$  வோல்ட்டாக இருக்கும் போது கிரீடு  $-4+2 = -2$  வோல்ட் மின்னழுத்தத்தையும்  $Q-2$  வோல்ட்டாக இருக்கும்போது கிரீடு  $-2-4 = -6$  வோல்ட் மின்னழுத்தத்தையும் பெறுகின்றது. அதாவது கிரீடு எப்பொழுதும் எதிர்மின்னூட்டம் பெற்று  $-2$  வோல்ட்டுக்கும்



—1) வேலுக்குட்கும் யாறிக்கொண்டேயிருக்கும். கிரீடின் மின் னழுத்தம் —2) வேலுட்டாக இருக்கும்போது தேர்மின்வாய்ச் சுற்றில் அதிக மின்னோட்டமும் கிரீடு மின்னழுத்தம் —3) வேலுட்டாக இருக்கும்போது குறைந்த மின்னோட்டமும் தரும். கிரீடுச் சுற்றில் எதிர்பின்னழுத்தத்தைக் கூட்டிக்கொண்டே சொன்னால் ஒரு நிலை அடைந்தவுடன் தேர்மின்வாய்ச் சுற்றில் மின்னோட்டம் முற்றிலும் நின்றுவிடும். இந்த மின்னழுத்தத்தை வெட்டு மின் னழுத்தம் (cut off voltage) என்று கூறுகிறோம்.

மேலே கண்ட முறையில் டியோடுகுழாயின் தேர்மின்வாய்ச் சுற்றில் ஒரு மின்தடைவை இணைக்காமல், அதன் பண்புகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இந்தப் பண்புகளை வரைகோடுகள்மூலம் வரைந்து காட்டினால் அவற்றிற்குப் பண்பியல் கோடுகள் (characteristic curves) என்று பெயர். தேர்மின்வாய்ச் சுற்றில் ஒரு தடைவை இணைக்காதபோது அவை நிலையியல் பண்புக் கோடுகள் (static characteristic curves) எனப்படும். இத்தகைய கோடுகளைக் கொண்டு ஒரு மின் குழாயின் தொழிற்படுமுறையையும் உபயோகங்களையும் நிர்ணயிக்கலாம். இத்தகைய நிலையியல் பண்புக் கோடுகள் குறிப்பிட்ட கிரீடு மின்னழுத்தத்தில் தேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்திற்கும் தேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்திற்கும் வரையப்படுகின்றன. அங்ஙனம் குறிப்பிட்ட தேர்மின்வாய் மின் னழுத்தத்தில் கிரீடு மின்னழுத்தம் தேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றிற்கிடையேயும் இத்தகைய கோடுகளை வரையலாம்.



படம் 8.7

டியோடு சிறப்பியல் வரைகோடு கற்று

மின் குழாயின் பண்புகளை அறிவதற்கான மின் சுற்று, படம் 8.7ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

கூத்த மின் சுற்றில் ஈந்து முக்கியப் பகுதிகள் உள்வன.

(1) *பிரீயெண்ட் சுற்று*, (2) *தேர்மின்வாய் சுற்று*, (3) *கிரீடு சுற்று*. *பிரீயெண்ட் சுற்றில்* குறைந்த மின்னழுத்தமான ஒரு மின்சக அடுக்கு, ஓர் அம்மீட்டர் (ammeter) ஒரு முனைச்சாவி (key  $k_1$ ) ஒரு மின் தடை மாற்றி ( $Rh$ ) ஆகியவை தொடர்விண்பு முறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. *தேர்மின்வாய் சுற்றில்* ஒரு உயர் மின்னழுத்த மின்சக அடுக்கு, ஒரு முனைச்சாவி ( $K_1$ ) ஒரு மின் தடை மாற்றி ( $Rh_1$ ) ஆகியவை தொடர்விண்பு முறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. *மின் தடை மாற்றி ( $Rh_1$ )* மின்னழுத்தத்தைப் பகுப்பதற்கு (potential divider)ப் பயன்படுகிறது. *மின் தடை மாற்றியின்* தேர் மின்வாய் ஒரு மின்னி அம்மீட்டர் மூலமாக மிக குழாயிக் தேர் மின்வாயுடனும் வலுக்குத் தொடுமுனை (sliding contact) *பிரீயெண்ட்* டுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.  $Rh_1$  என்ற மின் தடை மாற்றியின் திசையான முனைக்கும், வலுக்குத் தொடுமுனைக்கும் இடையே இணைக்கப்பட்டுள்ள  $V_1$  என்ற மின்னழுத்தமானி (voltmeter) தேர்மின்வாயின் மின்னழுத்தத்தைக் காட்டுகிறது. மின்னி அம்மீட்டர் தேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தை அளக்கிறது. கிரீடு சுற்றிலும் மின்னழுத்தத்தைப் பகுக்கும்முறை உள்வது. கிரீடு சுற்றில் ஒரு மின்சக அடுக்கு ஒரு மின் தடை மாற்றி ( $Rh_2$ ) ஒரு முனைச்சாவி  $K_2$  ஆகியவை தொடர்விண்பு முறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. கிரீடு சுற்றின் தேர்மின்வாய், எதிர்மின்வாய் முனைகள் ஒரு திசைமாற்றியின் எதிர் எதிரான திருகுசூடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மற்ற இரு எதிரெதிரான முனைகூடன் கிரீடும் *பிரீயெண்ட்* டுட இணைக்கப்பட்டுள்ளன.  $V_2$  என்ற வோல்ட் மீட்டர் கிரீடு மின்னழுத்தத்தை அளக்கிறது. திசைமாற்றியை உபயோகித்து கிரீடு மின்னழுத்தத்தை தேர்க்குறியிலிருந்து எதிர்க் குறிவாகவோ எதிர்க் குறியிலிருந்து தேர்க் குறிவாகவோ மாற்றலாம்.  $Rh_2$  வைப் பயன்படுத்தி மின்னழுத்தத்தின் அளவைக் குறைக்கலாம்; அல்லது கூட்டலாம்.

தேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்திற்கும், தேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு (Relation between plate voltage and plate current) :

தொடக்கத்தில்  $Rh_2$  என்ற மின் தடை மாற்றியைப் பயன்படுத்தி கிரீடு மின்னழுத்தம்—50 வோல்ட்டுகள் இருக்கும்படி செய்வ வேண்டும்.  $Rh_1$  என்ற மின் தடை மாற்றியைப் பயன்படுத்தி தேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் சுழியாக இருக்கும்படி செயல்பெண்டும். மின்னி அம்மீட்டரிலிருந்து தேர் மின்வாய் மின்னோட்டத்தில் அளவைக் குறித்துக்கொள்ள

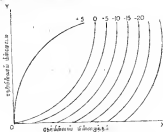
வேண்டும். கிரீடு மின்னழுத்தத்தை - 20 வோல்ட்டுகளிலேயே வைத்துக்கொண்டு தேர்மிக்வாய் மின்னழுத்தத்தை 200 வோல்ட்டுகள் வரையில் இருபது இருபது வோல்ட்டுகளாக உயர்த்த வேண்டும். ஒவ்வொரு நடவடிக்கை ஆதாரவது ஒவ்வொரு மின்னழுத்தத்திற்கும் சமமான தேர்மிக்வாய் மின்னழுட்டத்தை

அட்டவணை 8.5

கிரீடு மின் னழுத்தம்	தேர்மிக்வாய் மின்னழுட்டம் (மிலிவி. ஆம்ப்ியரில்)										
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
-20											
-15											
-10											
-5											
0											
+5											
+10											
+15											
+20											

அளக்க வேண்டும். இத்தகர் சோதனைவை கிரீடு மின்னழுத்தம் -15, -10, -5, 0, +5, +10, +15, +20 வோல்ட்டு களுக்குச் செய்யவேண்டும். சிறகு மேற்க்கண்ட மூன்றடியடி அட்டவணைப்படுத்தவேண்டும்.

தேர்மீக்வாய் மின்னழுத்தத்தை  $X$ -அச்சிலும், தேர் மின்வாய் மின்னோட்டத்தை  $Y$ -அச்சிலும் கொண்டு ஒருவொரு கிட்டு மின்னழுத்தத்திற்கும் வரைபடங்கள் வரைதல் வேண்டும். இந்த வரைபடங்களுக்கு தேர் மின்வாய் பன்மையல் வரிசை கோடுகள் (anode characteristics) என்று பெயர். கிட்டு எதிர் மின்னழுத்தத்தைப் பெற்றிருக்கும்போது தேர்மீக்வாய் மின்னழுத்தம் தேர்மீக் குறியாக இருக்கும்போது கூட தேர்மீக்வாய் மின்னழுத்தம் சுழியாக இருப்பது இந்த வரிசைகோடுகளிலிருந்து புரையுவிடும். தேர்மீக்வாய் சுதரில் மின்னோட்டம் ஒரே திசையில் இருப்பதால், உபயோக மின் குழாயைத் திருத்தியாக (rectifier) உபயோகிக்கலாம் என்பதும் தெரியவருகின்றது.



படம் 8-9

தேர்மீக்வாய் பன்மையல் வரிசைகோடுகள்

தேர்மீக்வாய் மின்னழுத்தத்தை ஆதிக்கரிக்க ஆதிக்கரிக்க தேர் மின்வாய் மின்னோட்டமும் ஆதிக்கரிக்கின்றது.

கிட்டு மின்னழுத்தத்திற்கும் தேர்மீக்வாய் மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு (Relation between grid voltage and plate current) :

இந்தச் சோதனைகள் தேர்மீக்வாய் மின்னழுத்தத்தை நிலையாக வைத்துக்கொண்டு வெவ்வேறு கிட்டு மின்னழுத்தத்திற்குச் சரியான தேர்மீக்வாய் மின்னோட்டத்தைக் காண்கவேண்டும். முதலில்  $R_k$  என்ற மீதத்தை மாற்றியைப் பயன்படுத்தி கிட்டு மின்னழுத்தம்  $-20$  வோல்ட்டுகள் இருக்குமாறு செய்ய வேண்டும்.  $R_k$  என்ற மீதத்தை மாற்றியை உபயோகித்து தேர்மீக்வாய் மின்னழுத்தம்  $100$  வோல்ட்டுகள் இருக்குமாறு

செய்யவேண்டும். மின்னி ஆம்ப்லிட்டரிலிருந்து மின்னோட்டத்தைக் குறித்துக்கொள்ளவேண்டும். கிரீடு மின்னழுத்தம் அதிகமாக இருப்பதால் இரப்போது நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் சுழியாகக் கூட இருக்கலாம். நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தை 100 வேல்கட்டுகளிலேயே வைத்துக்கொண்டு கிரீடு மின்னழுத்தத்தை -18, -16, -14 ... 0 (சுழி) வேல்கட்டுகளாக மாற்றி ஒவ்வொரு நிலைவிழும் மின்னி ஆம்ப்லிட்டரில் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தைக் குறித்துக்கொள்ளவேண்டும். இரப்போது திசை மாற்றியைத் திறப்பி, கிரீடு மின்னழுத்தத்தை இரண்டாண்டு வேல்கட்டுகளாகச் சுழியிலிருந்து +20 வேல்கட்டுகள்வரை உயர்த்த ஒவ்வொரு நிலைவிழும் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். சோதனையை நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தங்கள் 140, 180, 220 வேல்கட்டுகளுக்கும் செய்வவேண்டும். கீழ்க்கண்டபடி மதிப்புகளை அட்டவணைப்படுத்தவேண்டும்.

அட்டவணை 8.10.

கிரீடு மின்னழுத்தம்	நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் (மின்னி ஆம்ப்லிபர்)			
	100	140	180	220
-20				
-18				
-16				
-14				
-12				
-10				
-8				
-6				
-4				
-2				
0				

## அட்டவகை 8-10. (தொடர்ச்சி)

+ 2				
+ 4				
+ 6				
+ 8				
+ 10				
+ 12				
+ 14				
+ 16				
+ 18				
+ 20				

கிரீடு மின்னழுத்தத்தை  $X$ -அச்சிலும், நேர் மின்வாய் மின்னோட்டத்தை  $Y$ -அச்சிலும் கொண்ட ஒவ்வொரு நேர் மின்வாய் மின்னழுத்தத்திற்கும் வரைபடம் வரையப்படுகின்றது. இந்த வரைகோடுகளுக்குத் தகட்டுச் சிறப்பியல் வரைகோடுகள் (mutual characteristic curves) என்று பெயர். நேர்மின்வாய் மின்தடை (plate resistance) பெருக்க எண் (amplification factor), பரிமாற்றுக் கடத்து திறன் (mutual conductance) ஆகியவற்றைக் காண இந்த வரைகோடுகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

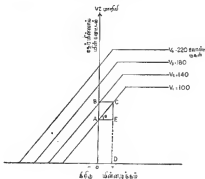
நேர்மின்வாய் மின்தடை (Plate resistance) அதனது மின்எதிர்ப்பு (Impedance) :

கிரீடு மின்னழுத்தம் மாறுதிருக்கையில் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்த உயர்வுக்கும், அதனால் ஏற்படும் நேர்மின்வாய் மின்னோட்ட உயர்வுக்கும் உள்ள தகவே நேர்மின்வாய் மின்தடை எனப்படும். இது 'ஒம்' என்ற அலகால் குறிக்கப்படுகிறது.

கிரீடு மின்னழுத்தம்  $V_i$  என்ற அளவில் மாறுதிருக்கும் போது, நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தின் மிகச் சிறிய வேறுபாடு

$\frac{\partial V_a}{\partial I_a}$  தேர் மின்வாய் மின்னோட்டத்தில்  $\frac{\partial I_a}{\partial I_a}$  என்ற அளவுமாற்றத்தை உண்டாக்குமானால், தேர்மின்வாய் மின்தடை

$$R = \left( \frac{\partial V_a}{\partial I_a} \right) V_i \text{ மாநிலி.}$$



படம் 8-11

தேர்மின்வாய்ச் சிறப்பியல் வரைகோடு

தேர் மின்வாய் மின்னழுத்தங்கள்  $R_1 = 100$  வோல்ட்டுகள்,  $R_2 = 140$  வோல்ட்டுகள் என்பவற்றிற்குச் சரியான இரண்டு சிறப்பியல் வரைகோடுகளை எடுத்துக்கொள்ளவும். கிரேடு மின்னழுத்தம் ஒன்றுக்குச் சரியான A, B என்ற இரு புள்ளிகளை இந்த வரைகோடுகளில் எடுத்துக்கொண்டால், தேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம்  $V_1$  விருத்து  $V_2$ க்கு உயரும்போது, தேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் AB அளவு (அதாவது OA விவிருத்து OBக்கு) உயருகிறது.

எனவே,

$$R = \frac{V_2 - V_1}{AB}$$

$$\text{ஆகவே, } R = \frac{\partial V_a}{\partial I_a} = \frac{V_2 - V_1}{AB} \text{ ஓம்கள்.}$$

வகைகோடுகள் ஏதக்குறைய இணைகோடுகளாக விருப்பதால்  $R$  ஒரு மாநிலியாக இருக்கும்.

பெருக்க எண் (Amplification factor) :

தேர்மிக்வாய் மிக்னோட்டம் மானுதிருக்கையில், அதன் மிக்னயுத்தத்திற்கும், கிரீடு மிக்னயுத்தத்திற்கும் உள்ள தகவே பெருக்க எண் எனப்படும். இது  $\mu$  என்ற குறியீட்டால் குறிக்கப் படுகிறது. பெருக்க எண்

$$\mu = \left( \frac{\delta V_a}{\delta V_i} \right) \text{ இல மாநிலி}$$

படம் 8.11ல் C என்பது தேர்மிக்வாய் மிக்னயுத்தம் 100 கோட்டுக்குத் தரிவான வகைகோட்டில் ஒரு புள்ளியாகும். கிரீடு மிக்னயுத்தம் சுழியாக இருக்கும்போது தேர்மிக்வாய் மிக்னயுத்தம்  $V_1$  விடுத்து  $V_2$ க்கு உயர்வதாகக் கொள்வோம். அப்போது அதன் மிக்னோட்டம் AB அளவு உயருகிறது. இதையே மீதத்திலும் எருதலாம். தேர்மிக்வாய் மிக்னயுத்தத்தை  $V_1$ ல் நிலையாக வைத்துக்கொண்டு, கிரீடு மிக்னயுத்தத்தைச் சுழியிலிருந்து ODக்கு உயர்த்தினால், தேர்மிக்வாய் மிக்னோட்டம் EC ( = AB ) உயரும். எனவே, பெருக்க எண்

$$\mu = \frac{\delta V_a}{\delta V_i} \text{ இல மாநிலி} = \frac{V_2 - V_1}{OD}$$

பரிமாற்றுக் கடத்து திறன் (Mutual conductance) :

தேர்மிக்வாய் மிக்னயுத்தம் மானுதிருக்கையில், அதன் மிக்னோட்ட மாற்றத்திற்கும், அந்த மாற்றத்திற்குக் காரணமான கிரீடு மிக்னயுத்தத்திற்குமுள்ள தகவே பரிமாற்றுக் கடத்து திறனாகும். இது உண்மையில் கிரீடு மிக்னோட்டமில் தலைகீழ் மதிப்பேயாகும். பரிமாற்றுக் கடத்துதிறன் 'Gm' (mho) என்ற அலகில் அளக்கப்படுகிறது. பரிமாற்றுக் கடத்துதிறனை Gm ஆகவும், தேர்மிக்வாய் மிக்னோட்ட மாற்றத்தை  $\delta I_a$  ஆகவும், கிரீடு மிக்னயுத்த மாற்றத்தை  $\delta V_i$  ஆகவும் கொண்டால்,

$$G_m = \left( \frac{\delta I_a}{\delta V_i} \right)$$

$\delta V_i$  இல மாநிலி

இவ்வாறு தேர்மிக்வாய் மிக்னயுத்தம்  $V_1$ ல் நிலையாக இருக்கும் போது, கிரீடு மிக்னயுத்தம் சுழியிலிருந்து ODக்கு அதிகரிக்கு



மாதிரி, தேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தில் மாற்றம்  $Ec (= AB)$  ஆகும். எனவே, பரிமாற்றக் கடத்துதிறன்,  $Gm = \frac{AB}{OD}$  ஆகும். மேலும் சிறப்பியல் வரையோடுகளின் வாட்டம் (slope)

$$= \frac{CE}{AE} = \frac{AB}{OD} = Gm$$

இவ்வாறு சிறப்பியல் வரையோடுகளின் வாட்டம் பரிமாற்றக் கடத்துதிறனுக்குச் சமமாகும்.

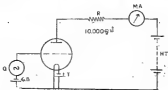
பரிமாற்றக் கடத்துதிறன், பெருக்க எண், மின் எதிர்ப்பு ஆகியவற்றிற்கிடையேயான தொடர்பு :

$Gm$ ,  $\mu$ ,  $R$  என்பவை மூன்றையே ஒரு புரையோடு மின் குழாயின் பரிமாற்றக் கடத்துதிறன், பெருக்க எண், மின் எதிர்ப்பு ஆகியவற்றைக் குறிக்கின்றன.

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{V_2 - V_1}{OD} = \frac{V_2 - V_1}{AB} \times \frac{AB}{OD} \\ &= R \times Gm. \end{aligned}$$

$$\therefore Gm = \frac{\mu}{R}$$

ஒரு மின்தடைவழியாக ஒரு மின்னோட்டம் நிகழும்போது அது தடையின் இருமுனைகளுக்கிடையே ஒவ்வின் விதிப்படி ஒரு மின்னழுத்த மாறுபாடு ஏற்படும் என்று மூன்று கண்டோம்.



படம் 8-12

புரையோடு இயக்கப் பண்பியல் கோடுகள்

காட்டாக மின் குழாயின் தேர்மின்வாயுடன் 10,000 ஓம் மதிப்புள்ள ஒரு மின்தடைவாய் படம் 8-12க் காட்டியுள்ளபடி

இணைப்போம். இப்படி இணைக்கும்போது மிக்தகடையின் இரு ஓலைகளுக்கிடையின் ஒரு மின்னழுத்த மாறுபாடு நோக்குகிறது. உதாரணமாக நோமின்வாய்ச் சுற்றில் 5 மில்லி ஆம்பியர் மிக்ரோட்டம் தகவலதாகக் கொள்வோம். அதனால் மிக்தகடையின் இரு ஓலைகளுக்கிடையின்

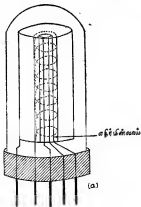
$$\frac{5}{1000} \times 10,000 = 50$$

வோல்ட் மின்னழுத்த மாறுபாடு உண்டாகிறது. H.T. மின்னழுத்தம் 250 வோல்ட்டுடன் எனக்கொண்டால் நோமின்வாய்ச் 10,000 ஓம் மிக்தகடையை இணைப்பதால், இதன் மின்னழுத்தத்தில் 50 வோல்ட் குறைகிறது. எனவே, நோமின்வாய்ச் சுற்றில் மிக்ரோட்டம் குறையும். R என்ற மிக்தகடையை அதிகமாகக் கிணுக் நோமின்வாய்ச்சுக்குக் கிடைக்கும் மின்னழுத்தமும் குறையும். எனவே, Rஐ அதிகமாகக்கீழ் பெருக்கற்பயனை அதிகமாகக் குவையும். அதன் காரணமாகவே நோமின்வாய்ச் சுற்றில் மிக்ரோட்டம் குறைத்து, அதன் ஏற்படும் மின்னழுத்த மாறுபாடும் குறைத்துவிடும். எனவே Rஐ அதிகரித்துக்கொண்டே சென்றமும் மிக்ரோடின் பெருக்கற்பயனை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவே அதிகரிக்க முடியும்.

ஃரபோடு மிக்ரோமீட்டர் பெருக்கி (amplifier) பதும்பாள் (detector), ஆஸிலேயற்றி (oscillator) ஆகியவைகளாக உபயோகிக்கலாம். குறைந்த அளவு மின்னழுத்த மாறுதல்களை அதிக அளவு மின்னழுத்த மாறுதல்களாக மாற்றித் தரும்போது பெருக்கி எனவும், மாறுதலை மிக்ரோட்டத்தாக, ஒரே திசை மிக்ரோட்டமாக மாற்றித்தரும்போது பதும்பாள் எனவும், ஆலை உற்பத்திச் சாதனமாகப் பயன்படும்போது ஆஸிலேயற்றி எனவும் ஃரபோடு மிக்ரோமீட்டர் அழைக்கிறோம்.

இனி ஃரபோடு மிக்ரோமீட்டர்பற்றிய வேறொரு கருத்தைக் கவனிப்போம். பொதுவாக மிக்ரோமீட்டரின் உக்தா சிபிவ் மெண்டைச் சூடாக்குவதற்கு மின்னழுத்தம் குறைந்த மாறுதலை மிக்ரோட்டத்தையே பயன்படுத்துகின்றனர். மாறுதலை மிக்ரோட்டத்தில் மின்னழுத்தம் ஒரே அளவாக இல்லாமல் மாறிக்கொண்டேயிருக்கும். இந்த நிலை மின்னழுத்தம் குறைக்கப்பட்ட மின்னரும் தீங்கும். இதனால் சிபிவ்மெண்டுக்கு குறைவாகவும் அதன் அளவிலும் மாறினதில் சூடாக்கப்படும். எனவே, சிபிவ் மெண்டுகிறத்து வேளியாகும் எவெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் குறைத்தும் கூடவும் செய்யும். இந்தக் குறைதலும் பயனுக்கு பெருக்கப்பட்டு விருப்பத்தாகாத ஓர் ஒலியைக் கொடுக்கும். இதை ஆக்கியத்தில் 'ஹம்' (hum) என்று கூறுவர். இதைத் தடுப்பதற்காக சிபிவ்மெண்டை ஓட்டி வேறொரு தகவல்

கூடப் பயன்படுத்துகின்றனர். இதன் உட்புறத்தில் அலுமினியம் ஆக்ஸைடு பூசப்பட்டிருக்கும். இந்தப் பூச்சு சிபிலமெண்டிலும், நிக்கம் குழாய் வடிவத்திலுள்ள தாட்டிலும் மின் தொடர்பு ஏற்படாமல் தடுக்கிறது. ஆனால், அதே சமயத்தில் சிபிலமெண்டில் உண்டாகும் சூட்டை நிக்கம் குழாய்க்குக் கடத்துகிறது. நிக்கம் குழாயின் வெளிப்புறத்தில் பூசப்பட்டுள்ள ஸ்ட்ரான்சியம் ஆக்ஸைடு (strontium oxide), பேரியம் ஆக்ஸைடு (barium

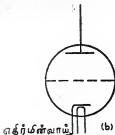


பிளம் 8-13

மற்றொருவராகக் குடுபடுத்தப்படும் மின்குழாயின் அமைப்பு

(oxide) கலவை சிபிலமெண்டில் வெப்பநிலை மாறுபாட்டைப் மின்பற் றுமல், ஒரே வெப்பநிலையிலிருந்து ஒரே அளவு எலக்ட்ரான்களை வெளியிட்டுக்கொண்டே இருக்கும். இந்த நிக்கம் குழாயை எதிர் மின்வாய் (anode) என்று கூறுவர். மின்கற்றுகளில் சிபில மெண்டிலுக்குப் பதிலாக நேர்மின் வாயையும், எதிர்மின் வாயை யுமே இணைப்பர். இந்த எதிர் மின்வாய் சிபிலமெண்டிலுக்குப் பதிலாக எலக்ட்ரான்களை வெளியிடப் பயன்படுகிறது. எனவே, இதை ஒரு தனி உறுப்பாகக் கருதி மின் குழாயின் பெயர் மாற்றம்

படுவதில்லை. இதைவும் சேர்த்து தேர்மின்வாய், திரிடு, பீலிஸ் மென்பு, எதிர்தின்வாய் என நான்கு உறுப்புகளிலிருந்து போதிலும், மின்னூழாய் டிரயோடு எனவே வழங்கப்பெறுகிறது. ஆனால், இத்தகைய மின்னூழாய்கள் மறைமுகமாகச் சூடுபடுத்தம்



படம் 8-13

மறைமுகமாகச் சூடுபடுத்தப்படும் மின்னூழாயின் அமைப்பு

படும் மின்னூழாய்கள் (indirectly heated valves) என அழைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய ரீன் னூழாயின் அமைப்பும் படம் 8-13-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

டிரயோடு மின்னூழாயைப் பெருக்கியாகப் பயன்படுத்தலாம் என்று மேலே கூறினோம். அதாவது டிரயோடு மின்னூழாய் குறைந்த மின்னழுத்த மாறுதல்களை அதிக மின்னழுத்த மாறுதல்களாகப் பெருக்கிக் கொடுக்கிறது. இந்த மாறுதல்களின் அதிர்வெண் அளவு அடுக்கம் செவியுறு அடுக்க அளவில் (audio frequency) இருக்கும்போது டிரயோடு மின்னூழாய் நல்லாகவே தொழிப்படுகிறது. ஆனால், மிக அதிக அளவில், அதாவது ரேடியோ அடுக்க அளவில் (radio frequency) பெருக்கப்படுகின்ற அதிர்வுகளுமே இடைபூறுகள் ஏற்படுகின்றன. டிரயோடின் உறுப்புகள் ஒன்றையொன்று தொடராமலிருத்தபோதிலும், அவை களுக்குள் மின்னோக்கிறோற்றமே தொடர்பு இருப்பதாகக் கருதலாம். அதாவது தேர்மின்வாயும் திரிடும் சேர்த்து ஒரு மின்னோக்கியாகவும், தேர்மின்வாயும் எதிர்தின்வாயும் சேர்த்து ஒரு

மீன்தேக்கியாகவும், எதிர்பின்வாகவும் கிரீடுப் போத்து ஒரு மீன்தேக்கியாகவும் அமைக்கின்றன என்று கருதலாம். இவைகளில் முதலில் சொல்லப்பட்ட அமைப்பே முக்கியமானதாகக் கருதப்படுகிறது. ரோடியோ அடுக்கப் பெருக்கத்தின்போது தேர்மீன்வாயில் ஏற்படும் பெருக்கப்பட்ட அலைவுகளின் ஆற்றலில் ஒரு பகுதி கிரீடுச் சுற்றில் அத்தகைய அலைவுகளைத் தூண்டுதற்கு உதவியாக மேலே கூறப்பட்ட தேர் மீன்வாய்—கிரீடு மீன்தேக்கி உதவி செய்கிறது. இவ்வாறு தூண்டப்பட்ட அலைவுகள் கிரீடுச் சுற்றில் உள்ள அலைவுகளோடு இசையுடைய அமைவுமாயின், அவை மின்குழாயில் பெருக்கப்பட்டுத் திரும்பவும் கிரீடுச் சுற்றக்கு வந்து சேரும். இந்த நிலை திரும்பத்திரும்ப நிகழாமலின் இதனால் ஏற்படக்கூடிய ஒலியே மேலோக்கி நிற்றும். தாக்குத் தேவையான அடுக்கம் மறைத்துவிடும். இதைத் தடுக்கவேண்டுமானால் தேர்மீன்வாய் கிரீடு மீன்தேக்கி அமைப்பைத் தடுக்கவேண்டும். இதைச் செய்வதற்கு தேர்மீன்வாய்க்கும், கிரீடுக்கு கிடைசில் மற்றொரு மீன்வாகையர் பொருத்தவேண்டும் என்று ஷாட்கி (Shadky) என்ற விஞ்ஞானி கூறினார். இதன் அமைப்பு ஏற்குறைய கிரீடின் அமைப்பைப்போலவே இருக்கும்; மேலும் எப்போதும் தேர்மீன்வாகையலிடச் சுற்றக்குறைத்த அளவு தேர் மின்னூட்டம் பெற்றதாக இருக்கும். இத்தகைய மீன்வாய் திரை கிரீடு (screen grid) என அழைக்கப்படுகிறது.

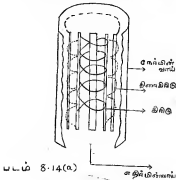
தேர்மீன்வாய், கிரீடு, எதிர்பின்வாய், திரைகிரீடு ஆகிய நான்கு உறுப்புகள்கொண்ட மின்குழாயை டெட்ரோடு (tetrode) என வழங்குகின்றனர். திரைகிரீடு, அமைப்பில் பொதுவாக, கிடை ஒத்திருக்கும். ஆனால், கிடைகலிடத் தளர்வாகச் (loose) சுற்றப்பட்டிருக்கும் திரைகிரீடுக்கு எப்பொழுதும் தேர் மின்னூட்டமே கொடுக்கப்படும். இந்த மின்னூட்டம் தேர்மீன்வாய் மின்னூட்டத்தைவிடச் சுற்றக் குறைவாகவே இருக்கும்.

திரை கிரீடின் இரு முக்கிய வேலைகளாவன :

(1) எதிர்பின்வாகை அடுத்துள்ள கும்மின்னூட்டத்தின் மீது தேர்மீன்வாய் மின்னழுத்தத்தின் விளைவைக் குறைப்பதானும், எனவே, தேர்மீன்வாய் மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் அதன் மின்னூட்டத்தில் கணிசமான அளவு மாறுதல்களை உண்டாக்குவதில்லை. ஆகவே, டெட்ரோடு சுற்றுகளில் கிரீடு மின்னழுத்தம் வெளிவரு மின்னழுத்த அளவுகளில் அதிக அளவு மாறுதல்களை உண்டாக்குகிறது.

(2) கிரிடு, தேர்மீன்வாய் ஆகியவற்றிற்கிடையேயுள்ள மின்னோட்டத்திற்கு திறனைக் குறைத்து உயர் அடுக்கச் சுற்றுகளில் மின் குழாயின் தொழிற்படுத்தியிருக்கிற அதிகரித்தல். ரேடியோ அடுக்கல் களில் டிரைவோடு மின் குழாயில் இந்த விளைவு அதிக இன்னல்களை உண்டாக்கும் என முன்பே கூறியோம்.

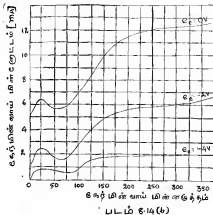
படம் 8.14(a) ஒரு டெட்ரோடு மின் குழாயின் அமைப்பையும் 8.14 (b) தேர்மீன்வாய் சிறப்பியல்புகளையும் குறிக்கிறது. இந்தக் கோடுகள் 100 வோல்ட் நிலையான திசைகிரிடு மின்னழுத்தத்தை உடைய 0.77 மின் குழாய்க்கு வலரப்பட்டுள்ளவாகும். தேர் மின்வாய் மின்னழுத்தம் திசைகிரிடு மின்னழுத்தத்தையிடக்



டெட்ரோடு மின் குழாயின் அமைப்பு

குறைவாக இருக்கும்போது தேர்மீன்வாய் மின்னோட்டம் குறைவாகக் காண்கிறோம். இதற்குக் காரணம் தேர்மீன்வாயை எலெக்ட்ரான்கள் அதிகமாகத் துடன் சென்று தாக்குவதால் தேர்மீன்வாயிலிருந்து புறப்படுகின்ற வெளிவகு எலெக்ட்ரான்களே (secondary electrons) வாகும். திசைகிரிடுகள் மின்னழுத்தம் தேர் மின்வாயின் மின்னழுத்தத்தையிட அதிகமாக இருப்பதால் இந்த எலெக்ட்ரான்கள் திசைகிரிடுகளில் வலரப்படுகின்றன. அதனால் தேர்மீன்வாய் மின்னோட்டம் குறைகிறது. ஆகவே, திசைகிரிடு

மின் குளோட்டம் அதிகரிக்கிறது. ஆனால், நேர்மின்வாய் மின் அழுத்தம் திரைகிரீடு மின்னழுத்தத்தைவிட அதிகரிக்கும்போது

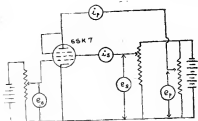


இத்தரகெட்டிரான்கள் நேர்மின்வாயைச் சென்றடைவதால் நேர் மின்வாய் மின் குளோட்டம் அதிகரிக்கிறது.

டெட்ரோடு மின் குழாயின் நிலைவியல் தனிப்பண்புகள் :

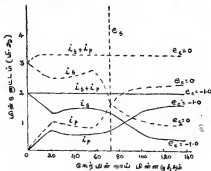
டெட்ரோடு மின் குழாயின் நிலைவியல் தனிப்பண்புகளைக் காண்பதற்கான மின் சுற்றின் அமைப்பு படம் 8.15-ல் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது. சுற்றில் காட்டப்பட்டுள்ள மின் குழாய் 6SK7 பென் டோடு மின் குழாயாகும். மின் குழாய் டெட்ரோடாகச் செயற்படு வதற்கு இதன் அழுக்கு கிரீடு நேர்மின் வாயுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளது.

கிரீடுக்குச் சுழிவேலாய்ட் மின்னழுத்தத்தையும் திரை கிரீடுக்கு மின் குழாயிடப் பட்டியலில் கூறப்பட்டுள்ள மின்னழுத்தத்திற்குச் சுற்றிக் குறைவான மின்னழுத்தத்தையும் தொடக்கத்தில் கொடுத்து நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தைச் சுழிவேலுக்கு உட்கா



படம் 3-15

மதிப்பீற்றுக் கொண்டு செல்வோம். ஒவ்வொரு தேர்மிக்வாய் மின்னழுத்தத்திற்கும் திரை மின்னழுட்டமும், தேர் மிக்வாய் மின்னழுட்டமும் அளிக்கப்படுகின்றன. இந்தச் சோதனை கிரீடுக்



படம் 3-16

குப் பண எதிர் மின்னழுத்தம்வகளைக் கொடுத்துத் திரும்பவும் செயல்படுகின்றது. சோதனை முடிவடைந்தவுடன் பல்வேறு திரை



கிரீடு மின்னழுத்தங்களுக்கும் திரும்பச் செயல்படுவதும்.  $X$  அச்சில் தேர்மின்வாய் மின்னழுத்தங்களையும்,  $Y$  அச்சில் தேர்மின்வாய்மின்னோட்டம், திரை கிரீடு மின்னோட்டம் ஆகியவைகளையும் கொண்டு ஒரு வரைபடம் வரைந்தால் அது படம் 8.16-ல் காட்டியவாறு அமைவும்.

இரண்டாம் நிலை வெளிவரு தகவு (Secondary emission ratio) :

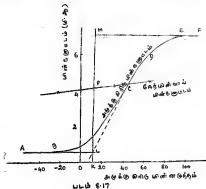
ஒரு மின்வாயில் உண்டாகின்ற இரண்டாம் நிலை எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை, அந்த மின்வாயைச் சேருகின்ற முதல் நிலை எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கு தேர் மிசிறத்திலிருக்கும், மேலும் இவற்றின் எண்ணிக்கை மின்வாயின் மின்னழுத்தத்தையும் மேற்பரப்பின் தன்மைகளையும் பொறுத்தும் அமைவும். எனவே, ஒரு குறிப்பிட்ட தேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்திற்கும் பரப்பின் தன்மைக்கும் இரண்டாம் நிலை வெளிவரு எண்ணை (secondary emission coefficient) தேர்மின்வாயிலிருந்து ஒரு வினாடி தேரத்தின் வெளிவிடப்படுகின்ற இரண்டாம் நிலை எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கும் தேர்மின்வாயை ஒரு வினாடி தேரத்தில் சென்று அடைகின்ற முதல்நிலை எலெக்ட்ரான்களுக்கும் உள்ள தகவு எனக் கூறலாம். தேர்மின்வாயை ஒரு வினாடி தேரத்தில் சென்றடையும் முதல்நிலை எலெக்ட்ரான்களை  $n_1$  எனவும், தேர்மின்வாயிலிருந்து ஒரு வினாடியில் வெளிவரும் எலெக்ட்ரான்களை  $n_2$  எனவும், இரண்டாம் நிலை வெளிவரு எண்ணை  $N$  எனவும் கொண்டால்,

$$N = \frac{n_2}{n_1} \text{ ஆகும்.}$$

இரண்டாம் நிலை வெளிவரு எண்ணின் மதிப்பைக் கணிக்க  $9SK7$  மின்குழாயின் அளவுக்கு கிரீடு தேர்மின்வாயிலிருந்து வெளிவரும் இரண்டாம் நிலை எலெக்ட்ரான்களைக் கவரவதற்குப் பயன்படுகிறது. தேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் சுமார் 100 வேல்ட்டுகள் அளவில் நிலைவர வைக்கப்படுகிறது. திரை கிரீடுக்கு தேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தில் சுமார் அரைப்பங்கு கொடுக்கப்படுகிறது. கிரீடு எதிர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தில் வைக்கப்படுகிறது. அளவுக்கு கிரீடு - 40 வேல்ட்டுகளிலிருந்து 100 வேல்ட்டுகள் வரை அதாவது தேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் வரை கொடுக்கப்படுகிறது.

அளவுக்கு கிரீடு மின்னழுத்தத்தை  $X$  அச்சிலும், தேர் மின்வாய் மின்னோட்டம், திரை கிரீடு மின்னோட்டம் ஆகியவற்றை  $Y$

அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபடம் வரைந்தால் அது படம் 8.17-ல் காட்டியுள்ளதுபோல் அமைகும்.



அழகு கிட்டு மின்னோட்ட வரைவோட்டின் நேர்கோட்டுப் பகுதிகள் AB, CD, EF ஆகியவை படத்தில் காட்டியதுபோல் குறிக்கப்படுகின்றன. KL என்பது அழகு கிட்டுக்கான முதல் மின்னோட்டத்தையும் KP என்பது நேர்மின்வாய் சுற்றிலுள்ள மொத்த மின்னோட்டத்தையும் குறிக்கின்றன. ML என்பது இரண்டாம் நிலை வெளிவரு மின்னோட்டத்தைக் குறிக்கிறது.

மின்னோட்டங்கள் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கு நேர் விகிதத்தில் அமைவதால் இரண்டாம் நிலை வெளிவரு எண் N என்பது

$$N = \frac{ML}{LP}.$$

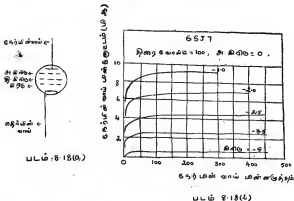
என்ற சமன்பாட்டினால் பெறப்படுகிறது.

மின்வாயின் மூலம் இரண்டாம் நிலை எலக்ட்ரான்கள் வெளிவராதவாறு, ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் நயாசித்தால், இரண்டாம் நிலை வெளிவரு எண்ணின் மதிப்பு பொதுவாக ஒன்றை

விடக் குறைவாக இருக்கும். அதாவது இந்த எண்ணின் மதிப்பு 0.2 க்குத்து 0.1 வரை அமைவும்.

பென்டோடு மின்குழாய் :

பீமில்மெண்ட் அல்லது எதிர்பின்வாயிலிருந்து வெளிப்படும் எலெக்ட்ரான்களை திரைகிரிடு கவர்ந்து நேர்மின்வாயை அடையச் செய்வதாகும். ஆய்வாறு செல்லும் எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாயை அதிவேகத்தில் சென்று மோதுகின்றன. இதனால் நேர்மின்வாயிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களைக் கிளப்புகின்றன. இப்படிக்கிளப்பும் எலெக்ட்ரான்கள் திரைகிரிடால் கவர்த்திலுக்கப்பட்டு, வழக்கமான மின்னோட்டத்திற்கு எதிர்த்திசையில் ஒரு மின்னோட்டத்தை உருவாக்குகின்றன. எனவே, நேர்மின்வாய்ச் சுற்றில் மின்னோட்டம் குறைகிறது. அதன் காரணமாகப் பெருக்கத்



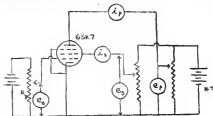
பலனும் குறைகிறது. இதைத் தவிர்ப்பதற்கு நேர்மின்வாய்க்கும் கிரிடுக்கும் இடையில் திரைகிரிடைப்போன்ற மற்றொரு மின்வாய் பொருத்தப்பட்டு எதிர்பின்வாயுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். எனவே, திரைகிரிடை நோக்கி வரும் எலெக்ட்ரான்கள் தடுக்கப் பட்டு நேர்மின்வாயை நோக்கிச் செல்லுமாறு இந்த மூன்றாவது

கிட்டு தொழிப்பதும். இந்த மின்வாய்க்கு அடக்கு கிட்டு (suppressor) என்று பெயர். இத்தகைய மின்னூழாய்க்குப் பெக்டோடு (pentode) என்று பெயர். ஜாக்ஸ் (Jacks) டெலிகன் (Telecon) என்ற கிளூட்ரானிகன் இதை உருவாக்கினர். இந்தப் பெக்டோடு மின்னூழாயின் ஓயிவிட்டு முறையுள் இந்த மின் னூழாய்க் தேர்மின்வாய் மின்னூழத்தத்திற்கும் மின்னூழட்டத்திற்கும் உண் தொடர்புப் படங்கள் 8-18 (a) 8-18 (b)-ல் காட்டப் பட்டுள்ளன.

பெரும்பாலும் பெக்டோடு மின்னூழாயின் எதிர்மின்வாய்க்குத் தரையில் மின்னூழத்தத்தையும், கிட்டுக்குச் சிறிது எதிர்மின்னூழத்தத்தையும், திரைகிட்டுக்குக் கணிசமான அளவுதேர்மின்னூழத்தத்தையும், அழுக்கு கிட்டுக்கு எதிர்மின்வாய் மின்னூழத்தத்தையும், தேர்மின் வாய்க்குத் திரைகிட்டுக்குக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளதை விடச் சற்று அதிகமான தேர்மின்னூழத்தத்தையும் கொடுக்கிறோம்.

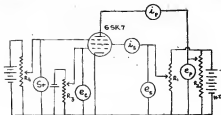
பெக்டோடு மின்னூழாயில் பெருக்கற் பலன் மிக அதிகமாகும். இது சில சமயங்களில் 1000 கூட இருக்கும். மேலும் தேர்மின் வாயின் மின்தடையும் அதிகமாகும்.

பெக்டோடு மின்னூழாயின் தலைப் பண்பியல்புகள் (Static characteristics of pentode) :

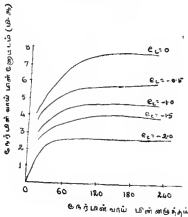


படம் 8-19(a)

பெக்டோடு மின்னூழாயின் தலைப்பண்பியல்புகளை அறிவதற் றான மின்சுற்றுகள் படங்கள் 8-19 (a), 8-19 (b) ஆகியவற்றில் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 5.19 (க)

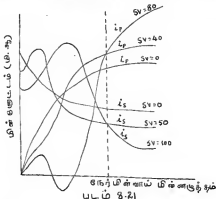


படம் 5.20

படம் 5.19(க)-ல் அளவுக்கு கிடைத்த பல்வேறு தேர் மின்னழுத்தம் களைக் கொடுக்கப்படுகிறது. இதனால் தேர் மின்வாய் மின்னோட்டம் தலை மின்னோட்டம் ஆகியவற்றின்மீது அளவுக்கு கிடைக்க

விளைவை உணர்வீரோம். கிரிடுக்குச் சுழி போகட்டி மின்னழுத்தத்தைப் பற்றி, திரைகிரிடுக்கு 100 போகட்டி மின்னழுத்தத்தையும் தொடக்கத்தில் கொண்டு, நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தைச் சுழி விரித்து உச்ச அளவிற்குக் கொண்டு செல்லும்போது ஒய்வொரு நிலையிலும் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டமும் திரை மின்னோட்டமும் குறிக்கப்படுகின்றன. கிரிடுக்குப் பல்வேறு எதிர் மின்னழுத்தங்களைக் கொடுத்து இந்தச் சோதனைகளைத் திரும்பவும் செய்வலாம். நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தங்களை  $X$  அச்சிலும், நேர்மின்வாய் மின்னோட்டங்களை  $Y$  அச்சிலும் கொண்டு பெயல்வேறு கிரிடு எதிர் மின்னழுத்தங்களுக்கும் ஒரு வரைபடம் வரைந்தால் அல்லது படம் 8.20ல் காட்டியதுபோல் அமையும்.

அழுக்கு கிரிடு மின்னழுத்தத்தின் விளைவை உணர்வதற்கு அது ஒரு மின்னழுத்த மூலத்துடன் இணைக்கப்படுகிறது. அழுக்கு கிரிடுக்குப் பல்வேறு மின்னழுத்தங்கள் கொடுக்கப்படுகின்றன.

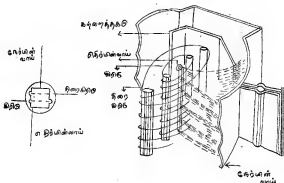


இப்பொழுது நேர்மின்வாய் மின்னோட்டங்களும், திரை கிரிடு மின்னோட்டங்களும் அளக்கப்படுகின்றன. நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தங்களை  $X$  அச்சிலும் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம், திரை

மிக்குழைட்டம் ஆகியவற்றை Y அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வளைபடம் வரைந்தால் அது படம் 8.21ல் காட்டியுள்ளதுபோல் அமையும்.

உறைதற்றிறம் மிகுழாய் (Beam power tube) :

உறைதற்றிறம் மிகுழாய் டெட்ரோடு மிகுழாயில் ஒரு தனி வகையாகும். இது பென்டோடு மிகுழாயின் பொதுவான குணங்களைப் பெற்றிருக்கும். எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்மின்வாயிலிருந்து நேர்மின்வாயை நோக்கி அடர்த்தியான தாடுகன்போல்

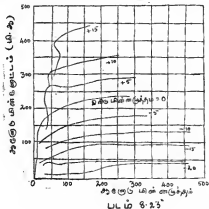


படம் 8.21

பெரும்பாலான இதன் அமைப்பு உடனது. கிரீடு, நிராகிரீடு ஆகியவற்றின் புரியை (pitch) ஒரே மாதிரி அமைப்பதாலும், கிரீடு கம்பிகளைச் சீர்படுத்துவதாலும் இந்த விசேஷம் பெறப்படுகிறது. இத்தகைய மிகுழாயின் மிகவாய்கள் அமைப்பு படம் 8.22ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

நிராகிரீடுக்கும் நேர்மின்வாய்க்கும் இடையில் எலெக்ட்ரான்களை மிக அதிக அளவில் குவித்து இந்த இடத்தில் ஓர் எதிர்

மின்னழுத்தம் உண்டாக்கப்படுகிறது. இந்த அடர்ந்திவான எதிர் மின்னூட்டம் சாதாரண பென்டோடு மின்னூழாயில் அடக்கு கிரீடு தொழிற்படுவதைப் போன்றே தொழிற்படுகிறது. நேர்மின்வாய் விழுத்து கிரீடட நோக்கிச் செல்லுகின்ற இரண்டாம் நிலை எலக்ட்ரான்களை நீக்கும் அளவுக்குத் திரைகிரீட்க்கும் நேர்மின்வாய்க்கும் இடைவெளியை மின்னழுத்தம் குறைக்கப்படுகிறது.



ஒரு கற்றைத் திரை மின்னூழாயின் நேர்மின்வாய்ப் பண்புகள் படம் 8.23ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

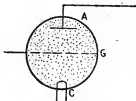
இந்த வகை கோடுகளிலிருந்து இரண்டாம் நிலை எலக்ட்ரான்கள் வெளிவருவது தின்று விடுவது புலனாகின்றது. மேலும் மிகக் குறைந்த நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தங்களில் நேர்மின்வாய் மின்னூட்டம் மின்னழுத்தத்துடன் துரிதமாக அதிகரிக்கின்றது. மிகக் குறைந்த திரைகிரீடு மின்னூட்டமே இதற்குக் காரணம். கற்றைத்திரை மின்னூழாய்கள் மிக அதிக ஆற்றலுள்ளவை. ஆகவே, அவை மிக அதிகமாக அடுக்கங்களில் பயன்படுகின்றன.



தாட்ரான் மிக்குழாய் (The thyratron valve):

தாட்ரான் மிக்குழாய் ஒரு கார்போடைம்போலவே நேர் மின்வாய், எதிர்மின்வாய், கிரீடு ஆகிய மூன்றை உடையது. இவை கார்ப்புராக் கண்ணாடி அல்லது உலோகக் குழாய்க்குள் ஒன்றுக்கொன்று சம இடைவெளியில் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. குழாய்க்குள் பாதரச ஆவி மிகக் குறைந்த அழுத்தத்தில் நிரப்பப் பட்டுள்ளது. எதிர்மின்வாயிலிருந்து நேர்மின்வாயை நோக்கி எவெக்ட்ரான்கள் பாதரச ஆவியினூடே செல்லுகின்றன. இந்த மிக்குழாயில் பாதரச ஆவி உள்சதாம் இதன் பண்புகள் கார்போடு மிக்குழாயின் பண்புகளிலிருந்து சில விதங்களில் மாறு பட்டிருக்கும். இந்த மிக்குழாய்க்கு வாயு நிறைந்த கார்போடு (gas filled triode) என்ற பெயரும் உண்டு.

தொடக்கத்தில் கிரீடுக்கு அதிகமான எதிர்மின்னழுத்தம் கொடுத்தால் நேர்மின்வாய் மின்கோட்டம் இராது.



படம் 8.24

தாட்ரான் மிக்குழாய்

இப்பொழுது கிரீடின் எதிர்மின்னழுத்தத்தைச் சித்திர சித் தாகக் குறைத்துக்கொண்டேவந்தால் பாதரச ஆவியில்தான் மிக்குழாயில் நேர்மின்வாய் மின்கோட்டம் எங்குத் தொடங்குமோ அந்த அளவு வந்ததும் நேர்மின்வாய் மின்கோட்டம் கழியிலிருந்து உச்ச அளவுக்குத் திகழுகின்ற தாவுகிறது. இங்ஙனம் நேர் மின்வாய் மின்கோட்டம் ஆரம்பித்தபிறகு கிரீடுக்கு அதன்மேல் ஒரு கட்டுப்பாடுமில்லை. வெட்டு மின்னழுத்தத்திற்கு அதிகமான

எதிர்ப்பின்னாலுத்தம் கொடுத்தாலும் தேர்மீள்வாய் மின்னோட்டத்தில் ஒரு மாறுதலும் ஏற்படுவதில்லை. மின்னோட்டத்தை நிறுத்த தேர்மீள்வாய் மின்னழுத்தத்தை மின் குழாயிலுள்ள ஆனிலின் அபவித்தம் மின்னழுத்தத்திற்குக் கீழே குறைக்கவேண்டியுள்ளது.

தேர்மீள்வாய் மின்னோட்டம் தொடக்கியவுடனே எதிர்ப்பின் வானிலிருந்து செல்லும் எலெக்ட்ரான்கள் பாதரச ஆனியனுக்களுடன் மோதி ஏராளமான அபவிக்களைத் (ions) தோற்றுவிக்கின்றன. இந்த அபவிக்கள் எதிர்ப்பின்னோட்டம் உடைய கிரைட் நோக்கிச் செல்லுதலில் அவையும் கிரிடுடன் மோதி மேலும் அதிக அளவில் அபவிக்களை உண்டாக்கின்றன. இவ்வாறு அபவிக்கள் ஓட்டம் தீவிரென்று பெருகிவிடுகிறது. தேர்மீள் அபவிக்கள் கிரைட் சூழ்ந்து அதன் மின்னோட்டத்தைச் சுழிப்பாக்கிவிடுவதால் கிரிடு மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் திறனற்றுவிடுகிறது.

தொட்டான் மின் குழாய்கள் ராடாரில் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. குறிப்பாக ராடாரில் பயன்படும் தொட்டான் மின் குழாய்கள் பாதரச ஆனில்குப் பதிலாக கைடாஜனாக நிரப்பப்படுகின்றன. கைடாஜன் அபவிக்களின் நிறை குறைவாக இருப்பதாலும், அவை அதிக வேகத்தில் செல்லக்கூடியனவாக இருப்பதாலும் கைடாஜன் நிரப்பப்பட்ட தொட்டான் மின் குழாய்களை உபயோகிக்கும்போது அதிக அளவில் மாறுகின்ற மின்னோட்டத்தைப் பெற முடிகின்றது.

### மாநிலிக் கணக்குகள்

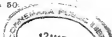
1. ஒரு டிரயோடு மின் குழாயின் பரிமாற்றுக் கடத்துதிறன் 2.5 மி.ஆ./வோல்ட். தேர்மீள்வாய் மின் தடை 20,000 ஒக்ஸாகும். நிலைப்பெருக்கம் 30 ஆக இருக்க தேர்மீள்வாயில் இணைக்கவேண்டிய மின் தடையின் மதிப்பைக் கண்டுபிடி.

$$\text{பரிமாற்றுக் கடத்துதிறன் } G_m = \frac{\mu}{R_o} = 2.5 \times 10^{-3}$$

$$\text{அதாவது } \frac{\mu}{R_o} = 2.5 \times 10^{-3}$$

$$\therefore \mu = 2.5 \times 10^{-3} \times 20,000$$

$$= 50.$$



$$\begin{aligned} \text{நிலைப்பெருக்கம் } 80 &= \frac{\mu R}{20000 + R} \\ &= \frac{50 R}{20000 + R} \end{aligned}$$

$$\therefore 80,0000 + 80R = 50R$$

$$R = 80,000 \text{ ஓம்கள்.}$$

2. ஒரு சுரபோடு மின்னூழாயில், தேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் 150 வோல்ட்டுகளாகவும், கிரீடு மின்னழுத்தம் -2 வோல்ட்டு களாகவும் இரூக்கும்போது தேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் 5 மில்லி ஆம்பேர்களாக உள்ளது. கிரீடு மின்னழுத்தத்தை -8.5 வோல்ட்டுகளுக்கு மாற்றினால் தேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் 8.2 மில்லி ஆம்பேராகக் குறைகின்றது. தேர்மின்வாய் மின்னழுத் தத்தை 185 வோல்ட்டுகளுக்கு உயர்த்துவதன்மூலம் இதைத் திரும்பவும் 5 மில்லி ஆம்பேருக்குக் கொண்டுவரலாம். பரிமாற்றிக் கடத்து திறன், தேர் மின்வாயின் மின்தடை, பெருக்கற் பண் ஆகியவற்றைக் காண்க.

(a) பரிமாற்றிக் கடத்துதிறன்

$$\begin{aligned} G_m &= \frac{S I_a}{S V_1} \\ &= \frac{5 - 8.2}{8.5 - 2} \times 10^{-3} \\ &= \frac{1.8}{1.5} \times 10^{-3} \\ &= 1.2 \times 10^{-3} \text{ ஆம்பேர்/வோல்ட்} \\ &= 1.2 \text{ மி. ஆப்ரோக்ட்.} \end{aligned}$$

(b) ஆரோடு மின்தடை

$$\begin{aligned} R_a &= \frac{S V_a}{S I_a} \\ &= \frac{185 - 150}{(5 - 8.2) \times 10^{-3}} \\ &= \frac{45}{1.8 \times 10^{-3}} \text{ ஓம்கள்.} \end{aligned}$$

$$= 25 \times 10^3 \text{ ஒம்ஸ்.}$$

$$= 25000 \text{ ஒம்ஸ்.}$$

$$\begin{aligned} \text{(c) பெருக்கற்பலன் } \mu &= \frac{S.V_2}{S.V_1} \\ &= \frac{185-150}{8.5-8} \\ &= \frac{45}{1.5} \\ &= 30. \end{aligned}$$

### வினாக்கள்

1. வெப்ப அயனி வினைவு எங்குக் காணப்படும்? அதன் உபயோகங்களை விவரி.
2. எடிசன் வினைவு எங்குக் காணப்படும்? வெப்ப அயனி வினைவு பற்றி ரிச்சர்டுஸனின் கோதனையை விவரி.
3. ஒரு டயோடு மின்துழாயையும் அது தொழிற்புற மூலதனமையும் விவரி. அது எப்படி ஒரு திருத்தியாகப் பயன்படுகிறது என்பதைக் கூட்டிக்காட்டுக.
4. ஒரு டயோடு மின்துழாயின் அமைப்பையும் அது தொழிற்புற மூலதனமையும் விளக்குக.
5. ஒரு டயோடு மின்துழாயின் நிலையாகப் பண்புகளைக் காண்பதற்கான கோதனையை விவரி. அந்தச் கோதனையிலிருந்து (a) பெருக்கற் பலன், (b) நேர்மின்வாய் மின்தடை, (c) மின்துழாயின் பரிமாற்றக் கடத்துதிறன் ஆகியவற்றை எவ்வாறு காண்பாய்?
6. ஒரு டயோடு இயக்கநிலைப் பண்புகள் எப்பவை யாகவா? நேர்மின்வாய்க்கும், உயர் மின்தடைத்திறன் நேர்முனைக்கும் இடையே ஒரு மின்தடையை இணைப்பதால் ஏற்படும் விளைவுகளை விவரி.
7. ஒரு தாட்டராக் மின்துழாயை விவரித்து, அதன் கிரே எப்படி நேர்மின்வாய் மின்தோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது என்பதை விவரி.

8. ஒரு டிரயோடு 8 'மே' பரீவர்த்துக் கடத்து திறனும் நேர்மின்வாய் மின் தடை 20,000 ஒம்சுளையும் உடையதாக இருக்கிறது. தலை இலாபம் (margin) 20 ஆவதற்கு நேர்மின்வாய்ச் சுத்தம் இலாக்கவேண்டிய மின் தடைகளைக் கணக்கிடு. (மிடை 10,000 ஒம்சுள்)
9. ஒரு டிரயோடு மிக்குழாய் கீழ்க்கண்ட குணங்களைப் பெற்றுள்ளது.

$$\mu = 80.$$

$$\text{நேர்மின்வாய் மின் தடை} = 10,000 \text{ ஒம்சுள்}$$

$$\text{நேர்மின்வாய்ச் சுத்தம் தடை} = 40,000 \text{ ஒம்சுள்}$$

கீழ்க்கண்டவற்றை அறிவாகவும், நேர்மின்வாய்மின்னோட்டம் 8 மி. ஆ. இருக்கும்போது, நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் = 200 வேர்ட்டுகள். தலை இலாபத்தையும் உயர் மின்னழுத்தத்தையும் கணக்கிடு.

## 9. வால்வுப் பெருக்கி, அலைவியற்றி, திருத்தி

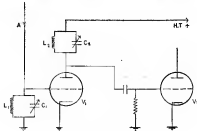
(Valve - amplifier, Oscillator, Rectifier)

யூர்பியம் ஏரியனிலிருந்து (transmitting aerial) அனுப்பப்படும் மிகச்சுத்த அலைகள் நீண்டதூரம் செல்வதென்றாலும் அவற்றின் ஆற்றல் அதிகமாகிடுக்கவேண்டும்; இம் வலைகளை உருவாக்கும் மாறு திசை மின்னோட்டத்தில் வீச்சை (amplitude) அதிகரிப்பதன்மூலம், அலைகளின் ஆற்றலை அதிகமாக்கலாம் என்பதை நாம் அறிவோம். அமைதர்போலவே, பெருக்கலாக எதிரொளிக்கப்பட்டு ஏற்றியல் (receiving aerial) வந்துமோதும் மிகச்சுத்த அலைகள் ஆற்றலில் குறைந்தவையாக இருப்பதால், அவற்றுள் துண்டர்படும் மின்னோட்டத்தின் வலிமையையும் குறைத்ததாக இருக்கும். இந்த மின்னோட்டத்தை எதிர்மூலிக் கதிக் குழாய்க்கு அனுப்புவதற்கு மூன்று அதன் வீச்சைப் பெருக்கவேண்டும். இவ்வாறு வீச்சை அதிகமாக்கும் கருவி களுக்குப் பெருக்கிகள் (amplifiers) என்று பெயர்.

பெருக்கப்படவேண்டிய அலைவெண்ணுக்கேற்பப் பெருக்கிகள் அமைப்பில் மாறுகின்றன. பெருக்கிகள் மூக்கியமாக மூன்று வகைப்படும். (1) செனியறு அடுக்கப் பெருக்கிகள், (2) மிகத்திறன் பெருக்கிகள், (3) ரேடியோ அடுக்கப் பெருக்கிகள். இவற்றுள் மூக்குவது வகையான ரேடியோ அடுக்கப் பெருக்கிகளே ராடாரில் பயன்படுவதால் அவைகளைப்பற்றிப்பட்டுமே இங்குச் சிறுக்கமாகக் கூறுவோம்.

ரேடியோ அடுக்கப் பெருக்கிகள் யூர்பியில் அலைவிபத்தியை அடுத்தும் ஏற்றியில் ஏரியலை அடுத்தும் இருக்கும். இவ்விதப் பெருக்கிகளில் செனியறு அடுக்கப் பெருக்கிகளைப் போலல்லாமல் ஒரு குறிப்பிட்ட அடுக்கமே பெருக்கப்படுகிறது. ஆகவே,

செய்யுந் அடுக்கப் பெருக்கிகளில் தேர்மின்வாயுடன் ஒரு மின்தகடைய இணைப்பதைப் போலல்லாமல், இவற்றில் மின்



படம் 9-1

தேர்மின்வாய் இசைவு இணைப்புப் பெருக்கி

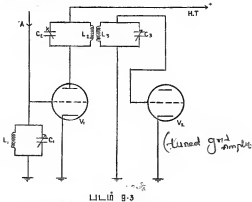
தேக்கி-மின்திரிபம் ஆகியவற்றையுடைய ஓர் அமைப்பை இணைக்கிறோம். இத்தகைய அமைப்பைப் படம் 9.1ல் காணலாம்.

படத்தில் A என்பது ஏரியல்.  $L_1C_1$ ,  $L_2C_2$  என்பன இசைவிக்கப்பட்ட சுற்றுகள். ஏரியலில் பலவகைப்பட்ட மின் அலைகள் தூண்டப்படுகின்றன. நமக்கு வேண்டிய அலைவு அடுக்கத்திற்கு  $L_1C_1$  இசைவிக்கவேண்டும். அப்போது அது அந்த அடுக்கத்திற்குமாதிரியே அதிகமின்தகடையக்கொடுக்கும். எனவே, அந்த அடுக்கு அலைவு மின்னோட்டம் ஈட்டும்  $V_1$  மின்னூழாவிக் கிரிடுக்குச் செல்லும். இந்த கிரிடு தேவையான ரோடியோ அடுக்க மின்னழுத்தத்திற்கு உட்படும். தேர்மின்வாய்ச் சுற்றிலும் இந்த அடுக்க அளவியலையே மின்னழுத்த மாறுதல்கள் ஏற்படும். குறைந்த வலிமையில் மின்னூழாக்குகள் புறம் மற்ற அடுக்க அலைவுகளும், ஓரளவு வலிமையடைந்து தேர்மின்வாய்ச் சுற்றில் மின்னழுத்த மாறுதல்களை உண்டாக்கும். இவைகளி னின்றும் நாம் விரும்பும் அலைவு நமக்குத் தேவைப்படுகின்ற அடுக்க அலைவுகளையாதிரியே பெறுதலவேண்டி, தேர்மின்வாய்ச் சுற்றுடன்  $L_2C_2$  என்ற மற்றோர் இசைவுச் சுற்று இணைக்கப் படுகின்றது. இதைத் தகுந்தபடி இசைவித்து நமக்கு வேண்டிய அடுக்கத்தைப் பெறுவாம். அப்போது அந்த அடுக்க அலைவு





தேர்மின்வாயுடன் ஒரு ரேடியோ அடுக்க மின்மாற்றியை இணைப்பதன்மூலம் மத்தெழு வகைப் பெருக்கியை உருவாக்கலாம். இதன் அமைப்பைப் படம் 9.3க் காணலாம்.

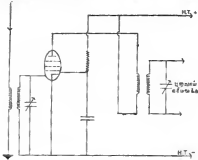


மின்மாற்றி இசைவு இணைப்புப் பெருக்கி

$L_1, C_1, L_2, C_2, L_3, C_3$  ஆகிய மூன்றும் இசைவிக்கும் சுற்றுகளாகும்.  $L_2, L_3$  எல்லை மின்மாற்றியின் இரு சுருள்களாகும். இப்படிப்பட்ட சுற்றுகளைக்கொண்டு தமக்கு வேண்டிய அடுக்கு அமைப்புகளையும் பெருக்கிக்கொள்ளலாம்.

ரேடியோ மின்முழாய்க் கிற்றும் தேர்மின்வாயு மிக அருகருகே இருப்பதால் அவை ஒரு மின்மேகத்தியாகச் செயல்படுவதாகக் கொள்ளலாம் என்று சொல் அத்தியாயத்தில் பார்த்தோம். தேர்மின்வாய்ச் சுற்றில் ஒரு மின் நிலைமத்தை இணைத்து ரேடியோ மின்முழாயை ரேடியோ அடுக்கப் பெருக்கியாக உபயோகிக்கும்போது மேலே கூறப்பட்ட மின்மேகத்தியாக தேர்மின்வாய்ச் சுற்றிலிருந்து ஆற்றல் கிற்றுச் சுற்றுக்கு அளிக்கப்படுகிறது. எனவே, மின்முழாய் அலுவலியத்தியாகச் செயல்படுகிறது. இதன் காரணமாக ரேடியோ மின்முழாய்

ஒரு தீவிரமான ரேடியோ அடுக்கப் பெருக்கியாகவோ, அல்லது அதிக பவனுறுதிறனை உடையதாகவோ இருப்பதில்லை. இத்தக



படம் 94

பென்டோடு பெருக்கி

குறையாடு பென்டோடு மின்னூதகையப் பெருக்கியாக உபயோகிப் பதற்குமே தீவிரத்திக்கப்படுகிறது. பென்டோடுப் பெருக்கியின் அமைப்பு, படம் 9.4ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

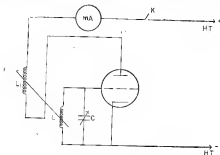
பென்டோடு ரேடியோ அடுக்கப்பெருக்கியாக உபயோகிப் பதற்கு மிகவும் சிறந்தது. சிறிய அளவில் யாறும் மின்னழுத் தியை மூலம் மின்னூதகை கிட்டுக்குக் கொடுத்தப்படுகின்றன. நேர்வாய்ச் சுற்றிலுள்ள வெளியு அளவு மின்னழுத்தம் (புற அளவு மின்னழுத்தம்) ஒரு மின்னெதிரியின் மூலம் மூலம் கொடுக்கப்படுகிறது. துணைக் கருவிக் மின்னழுத்தம் இவ்வாறு மின்னெதிரியை உபயோகித்து உட்கா திறிக்குக் கொண்டு வரப்படுகிறது. இத்தகப் புற அளவு மின்னழுத்தம் ஏரிலுக்கு அளிக்கப்படுகிறது.

அலைவியற்றி (Oscillator)

ரேடியோ மின்னூதகையப் பெருக்கியாக உபயோகிக்கும் மூலத்தை விவரித்தபோது, நேர்மீள்வாய்ச் சுற்றிலுக்கு மின்னழுத்தத்தில் ஒரு பகுதியை கிட்டு சுற்றுகும் மின்னூட்டிக்கு

(feed back) மின்சூழலில் ஆலைவுகள் ஏற்படும் என்று கூறினோம். மின்சூழாய் பெருக்கியாகப் பயன்படுப்போது இது தேவையற்ற விளைவு என்னுமர், மின்சூழாயைக்கொண்டு உயர் அதிர்வெண் ஆலைவுகளை உண்டாக்கண இங் விளைவைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். இங் வகை உயர்அதிர்வு எண் ஆலைவுகள்  $RF$  டர் தொழிற்படுதலுக்கு அவசியமாகத் தேவைப்படுகின்றன.

படம் 9-5 க் வரலோடு மின்சூழாயை ஆலெவியற்றியாகப் பயன்படுத்துவதற்கான மின்சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது. இது எதிர்வினை ஆலெவியற்றி எனப்படும். இதில் ஆலைவுச் சுற்று, தொடர்ச் சுற்று (tank circuit) எனவும் கூறப்படும்.



படம் 9-5

எதிர்வினை ஆலெவியற்றி

$L$  என்பது ஒரு மீட்கருகன்.  $C$  என்பது ஒரு மாற்பல் மீட்கி (variable condenser).  $L$  என்னும் கருகன் சுற்றப்பட்டுள்ள அதே கட்டைமீட்கிக்கு  $L_1$  என்னும் வேறொரு கருகன் ' $L$ ' க் திசையிலேயே சுற்றப்பட்டு தேர்மீட்கவாய் சுற்றுடன் சேர்க்கப் பட்டுள்ளது. இதற்கு எதிர்வினைச் சுருகன் (reaction coil) என்று பெயர். இங் விரு கருகனும் அருகருகே இருப்பதால் தேர் மீட்க வாய் சுற்றில் கிடைக்கும் மின்னழுத்தத்தின் ஒரு பாகம் மீட்டுச் சுற்றுக்குப் பின்னூட்டப்படுகிறது.

$K$  என்னும் மூலச்சாரணியைப் போட்டவுடன் மின்குழாயின் மின்கோட்டம் பாய்கின்றது. மின் சுருள்-மிந்தேக்கிச் சுற்றில் அதன் இயல்பான அடுக்கத்தில் சிறு சிறு அலைவுகள் உண்டாகின்றன. இந்த அடுக்கத்தில் சிறு அளவுமைய  $I_1$  என்ற மாறு மின்கோட்டம் பாய்கின்றது.  $R$  என்பது மின்சுற்றின் தடை எனில் கிரையனாகும்  $P = RI_1^2$  ஆகும். எனவே, சுற்றில் மின்கோட்ட மிக்கை எங்கும் வெகு விவரமாக அலைவுகள் அழிந்துவிடும்.

ஆனால்,  $L, L_1$  என்ற சுருள்கள் மின்சுற்றை மூலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே, அவைகளுக்கிடையே ஒரு பரிமாற்று மின்தூண்டல் நிகழ்கிறது. இந்தப் பரிமாற்று மின் தூண்டலை (mutual induction)  $M$  எனக் கொள்வோம். அலைவுகளின் கோண அடுக்கத்தை ' $\omega$ ' எனவும் தேர்மில்லாயில் அலைவு மின்கோட்டத்தை  $I_a$  எனவும் கொண்டால், ' $L$ ' என்ற மின்சுருளில் தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தம்  $E = M\omega I_a$  என்ற சமன்பாட்டினால் பெறப்படுகிறது. இப்போது ' $C$ ' என்ற மின் தேக்கியின் மெல் தகடு தேர்க்குறியாக இருத்தால்,  $L_1$  என்ற மின்சுருள் கிட்டுச் சுற்றுக்கு ஆற்றலை அளிக்கின்றது. இவ்வாறு ஒரு வினாடியில் அளிக்கப்படும் ஆற்றலை  $P_2 = M\omega I_a I_c$  என்ற சமன்பாட்டினால் பெறலாம்.

எனவே,

$$P_1 = RI_c^2 \quad \dots \quad \dots \quad (1)$$

$$E = M\omega I_a \quad \dots \quad \dots \quad (2)$$

$$P_2 = M\omega I_a I_c \quad \dots \quad \dots \quad (3)$$

$$\text{ஆனால், } I_a = Gm \cdot E_g \quad \dots \quad \dots \quad (4)$$

(4) வது சமன்பாட்டில்  $Gm$  என்பது மின்குழாயின் பரிமாற்றக் கடத்து திறன்;  $E_g$  என்பது மின்குழாயின் கிடுகல் உள்ள அலைவு மின்னழுத்தம் (oscillatory potential) ஆகும்.

$$Gm\text{ஆக, } E_g = I_c \cdot \frac{1}{c\omega}$$

$$\begin{aligned} \text{எனவே, } P_2 &= M\omega I_c \cdot Gm \cdot E_g \\ &= M\omega I_c \cdot Gm \cdot I_c \cdot \frac{1}{c\omega} \\ &= \frac{MGm}{c} \cdot I_c^2 \end{aligned}$$

ஆகவே, மொத்த விரயமாகும் ஆற்றல் =  $P_1 - P_2$

$$= R I_c^2 - \frac{M G m}{c} I_c^2$$

$$= I_c^2 \left[ R - \frac{M G m}{c} \right] \quad \dots \quad (5)$$

(1)  $R > \frac{M G m}{c}$  ஆக இருந்தால் திறன் தொடர்த்து செயலாற்றுகொண்டே இருக்கும். எனவே, அலைவுகள் விநாயக திசுறுமீடும்.

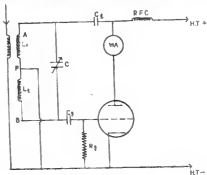
(2)  $R = \frac{M G m}{c}$  ஆனால் விரயமாகும் ஆற்றல், மின்னூட்டம் படும் ஆற்றலுக்குச் சமமாகும். அலைவுகள் வீச்சு மாறாமல் திரித்திருக்கும்.

(3)  $R < \frac{M G m}{c}$  ஆனால், மின்னூட்டம்ப்படும் ஆற்றல் விரயமாகும் ஆற்றலிலே அதிகமாகும். எனவே, அலைவுகளின் வீச்சு அதிகரிக்கும்.

அலைவுகள் தொடர்த்து திரித்திருக்க  $\frac{M G m}{c}$  குறைந்தது மின் தடை  $R$  க்குச் சமமாகவாவது இருக்கவேண்டும். நேர்மின்வாய்ச் சுற்றிலிருந்து, கிரீசுச் சுற்றித்து ஆற்றலை எதிர்ப்பினை முறையில் அளிப்பதற்கு 'மறுபடியும் உண்டாக்குதல்' (regeneration) என்று பெயர். இந்த முறையில் மொத்த விநயமானது அலைவுச் சுற்றில் ஓர் எதிர் மின் தடைதைய  $\left( R = -\frac{M G m}{c} \right)$  கொடுப்பதற்கு ஒப்பாகும். இந்த எதிர்ப்பித்தடை (negative resistance) அலைவுச் சுற்றில் மின் தடைதையச் சமன்செய்து, சுற்றில் அலைவுகள் தொடர்த்து திகழுமாறு செயலும். மேலும், அலைவுகளைத் தொடர்த்து உண்டாக்கண்ணுயதற்கு, மின்னூட்டம் தேவையான அளவு இருப்பதுடன், அது உக்னிடு அளவு மின்னழுத்தக் கருடன், சரியான கட்டத்திலுமிருக்கவேண்டும். இல்லையெல், மின்னூட்டம் அலைகளைப் பராமரிப்பதற்குப் பதிலாக அவற்றை அழித்துவிடும்.

ஹார்டி ஆஸிலேயற்றி (Hartley oscillator) :

எதிர்மின்னி ஆஸிலேயற்றியில் நேர்மின்வாய் மிகுந்தோட்டம் அதிசரிக்கும்போது,  $L_1$  என்ற சுருளில் தக-மிகுந்தோட்டமில்லாத (self inductance) துண்டாய்விட்ட மின்னழுத்தம் உயர் மின்னழுத்தத்தை (H.T.) எதிர்த்திறது. எனவே, நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் குறைகிறது. ஆனால், அலைவுச் சுற்றுக்கு ஆற்றல் அளிக்கப்படுவதால், கீழ்க் மின்னழுத்தம் அதிசரிக்கிறது. இதே மாதிரி,  $L_1$  சுருளில் மிகுந்தோட்டம் குறைவதற்கு நேர் மின்வாய் மின்னழுத்தம் அதிசரிக்கிறது; கீழ்க் மின்னழுத்தம்



படம் 8-6

ஹார்டி ஆஸிலேயற்றி

குறைகிறது. இவ்வாறு நேர்மின்வாய், கீழ்க் ஆஸிலேயற்றியில் மின்னழுத்தங்கள் அலைவதோடொன்றாக, குறை குறைவதற்கு மத்ததன் மின்னழுத்தம் கூடுகிறது. இவ்வாறு நேர்மின்வாய், கீழ்க் இவற்றின் அலைவு மின்னழுத்தப்பெறங்கள்  $180^\circ$  டிகிரி கட்ட வேதத்தில் (phase difference of  $\pi$ ) உள்ளன. இந்த நிலை தக-அலைவுகளுக்கு (self-oscillations) மிகவும் நேரவலவான தொன்றாகும். அலைவுகள் தொடர்ந்து நீடிக்கவந்தும் கட்டப்போதும்  $180^\circ$  டிகிரிக்கு மிகமிக அருகே இருத்தல் வேண்டும். இந்த நிலை ஹார்டி ஆஸிலேயற்றியில் நேர்வாய்கள் பெறப்படுகிறது.

ஹார்ட்டி சுற்று படம் 9.6-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஹார்ட்டி சுற்றில் 'L' என்ற மின்திரியை உட்காது. அது 'L<sub>1</sub>' 'L<sub>2</sub>' என்ற இரு பகுதிகளாக ஆக்கப்பட்டுள்ளது. 'L'ன் மூலச்சுருக்கும் திரியாக 'C' என்ற ஒரு மின்தேக்கி இணைக்கப்பட்டுள்ளது. L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> திரியங்களில் திரியப்பில் மிகஞுழாவின் எதிர்மின்வாய் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. L<sub>2</sub>ன் மறுமுனை கிரீடு கசிவு மின்தேக்கி (grid leak condenser) மூலமாக கிரீடுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. L<sub>1</sub> என்ற கருவியின் மறுமுனை ஒரு தடுப்பு மின்தேக்கி (blocking condenser), மில்லி அம்பீட்டர் ஆகியவைகளாக நேர்மின்வாயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. தடுப்பு மின்தேக்கி உயர் மின்னழுத்தத்தை L என்ற கருவியில் செயல்படுவதிலிருந்து தடுக்கிறது. C<sub>g</sub>, R<sub>g</sub> என்பன தேவைவாய் கிரீடு அழுத்தத்தை அளிக்கின்றன. ரேடியோ அடுக்க சோக் (R. F. choke) நேர் மின்வாயின் ரேடியோ அடுக்கு மின்தொடர்புடன் உயர்மின்னழுத்த நிலையை அடைவதிலிருந்து தடுக்கிறது. மின்னழுத்தங்கள் எப்போதும் எதிர் மின்வாய்முனை P என்ற புள்ளியைப் பொறுத்தே அளக்கப்படுகின்றன. AFக்கு இடைமையுள்ள மின்னழுத்த பேரம் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் எனப்படும். Pஐக்கு இடைமையுள்ள மின்னழுத்தம் கிரீடு மின்னழுத்தம் எனப்படும். A விலிருந்து Bக்குத் தொடர்த்த மின்னழுத்த பேரம் இருப்பதால் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம், கிரீடு மின்னழுத்தம் ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையிலும் 150 வூலி கட்டபேரத்த நிலை இருக்கின்றன. இவ்வாறு படம் 9.6-ல் காட்டப்பட்ட மின் சுற்று அலைவுகள் தொடர்த்து நிகழ்வதற்கான தேவைவாய் பூர்த்தி செய்கின்றன.

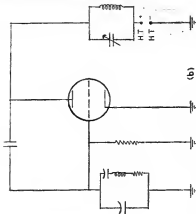
கோல்ட்டின் அலைவியற்றி (Colpitt's oscillator):

இதுவும் ஹார்ட்டி அலைவியற்றியைப்போலவே நேர் மின்வாய்க்கும், கிரீடுக்குமிடையே 150 வூலி கட்டபேரத்துடன் மின்னூட்டம் கொடுத்து அலைவுகளைத் தொடர்த்து உண்டு பண்ணுகிறது. ஆனால், இதில் மின்னூட்டம் மின்தேக்கி புயத்திலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. மற்ற எல்லா விதங்களிலும் இது ஹார்ட்டி அலைவியற்றியை ஒத்திருக்கிறது. இந்த அலைவியற்றியின் அளையடிப் படம் 9.7-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

இந்த அலைவியற்றி சில சமயங்களில் செயல்படுவது நிகரென்று நின்றுவிடும். ஆகவே, இது ஹார்ட்டி அலைவியற்றியைப்போல் அங்ஙனவு அதிமாகப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.



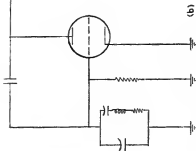




(உண்மையான சுற்று)

புட்டம் 9-8

மிக்ரோ சுற்று



(சமனச் சுற்று)

அமைக்கப்படுகின்றன. படி. 4 அலைவியற்றிகளில் ஒன்று வகை உண்டு. அவை

1. மில்லர் சுற்று (Miller circuit)
2. பியர்ஸ் சுற்று (Pierce circuit)
3. சமன்ச் சுற்று (Birdge stabilised oscillator circuit)

படம் 9.9-ல் உள்ளது மில்லர் அமைப்பு. (a) உண்மையான அமைப்பையும் (b) மின்சார சமன்பாட்டு அமைப்பையும் உணர்த்துகின்றன.

மின்சார சமன்பாட்டு அமைப்பை நோக்கினால் இது ஓர் இசைவிக்சுப்பட்ட நேர்மின்வாய். இசைவிக்சுப்பட்ட கிரீடு அலைவியற்றியை ஒத்திருப்பதைக் காணலாம். படி. 4-தின் விம்மல்களின் அடுக்கத்தையிடச் சிறிது அதிகமான அடுக்கத் திற்கு  $L, C, R$  ஐ இசைவித்தால் சுற்றுவது அலைவுகளை உண்டு பண்ணும். இத்தகைய அமைப்பில் படி. 4-ல் பய அடுக்கங்களைப் பெற வாய்ப்பு உண்டு. எனவே,  $L, C, R$  ஐ இசைவித்து தமக்குத் தேவையான அடுக்கங்களை உற்பத்தி செய்ந்து கொள்ளலாம்.

படம் 9.9-ல் பியர்ஸின் சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது. (a) உண்மையான சுற்றையும், (b) சமன்ச் சுற்றையும் காட்டுகின்றன.

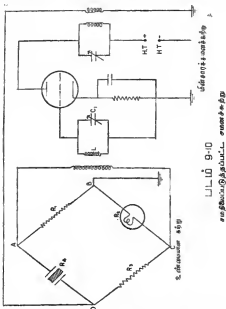
RFC என்பது ரேடியோ அடுக்க மின்நிலைகல். இத்தச் சுற்றில், சுற்று உறுப்புகளில் எத்தனை மாற்றமும் செய்வாமலேயே வெவ்வேறு ஒத்திசைவு அடுக்கங்களை (resonant frequency) வுடைய படி. 4-களைக் கொண்டு வெவ்வேறு அடுக்கங்களை வுடைய அலைவுகளை உற்பத்தி செய்வோம். ஆனால், படி. 4-திற்கு வலிமை மிக அடுக்கம் ஏதாவது இருக்குமானால் அதையே இந்த அமைப்பு உற்பத்தி செய்யும். ஆகையால் தமக்குத் தேவையான அடுக்கத்தைச் சில நேரங்கள் உற்பத்திசெய்ய முடியாமற்போகும்.

ஒன்றாவது வகைச் சுற்று சமநிலைப்படுத்தப்பட்ட சமன்ச் சுற்று ஆகும். இதன் அமைப்புப் படம் 9.10-ல் காட்டப் பட்டுள்ளது.

சுற்றில்  $R_1, R_2$  என்பன மின்தடைகளாகும்.  $R_2$  என்பது ஒரு மின் வினக்கின் பிரிவுமொன்று;  $R_4$  என்பது சமன்பாட்டுச் சுற்று



அமைப்பின் படி படிக்கத்தக்க தகவலாகும்.  $R_1, R_2, R_3, R_4$  என்பன  $A B C D$  என்ற ஒரு மிகைதடைச் சமனக்கற்றை நான்கு புறங்களாகும்.  $AC$  இடைவெளிக்கப்பட்ட பெருக்கியின் உதவியுடன்



(input) அளவாகும். மிகைதடைக்கு எரிவாழ்விக்கும்போது, அதன் மிகைதடை  $\frac{R_1 R_2}{R_3 R_4}$  க்குச் சற்றுக் குறைவாக இருக்கும். இதற்குத் தகுந்தாற்போல்  $R_1, R_2, R_3, R_4$  இவற்றின் மதிப்புகள்

அமைத்திருக்கின்றன. அலைவுகள் இவ்வாறேபோது மற்ற சம நிலையில் இராமு. ஆகவே, மின்னழுத்தமின் உள்விடு முனைகளும் வெளிவரு முனைகளும் இரீணகின்றன. அலைவுகளின் வலிமை அதிகமாகும்போது மின்வினக்கின் சீரமைமெண்ட் சூடாகக்கப்படு கிறது. எனவே, அதன் கதிப்பு அதிகரிக்கிறது. ஆகையால் மற்ற சமநிலையை வண்டய முயல்கிறது. இந்த நிலைக்குப்போகு உற்பத்தியாகும் அலைவுகளின் அடுக்கம் படிக்கதின் பண்புகளை னட்டுமே பொறுத்திருக்கும். மின்னழுத்தமின் பண்புகளும் கற்றிக் உள்ள மற்ற உறுப்புகளில் ஏற்படும் மாறுதல்களும் அலைவு அடுக்கத்தைப் பாதிக்கமாட்டா.

திருத்தி (Rectifier):

மின்னழுத்தமின் மாறுதலை மின்னோட்டத்தை ஒருதிசை மின்னோட்டமாக மாற்றக்கூடியவன் என்பது நாமறித்த தொன்றாகும். இத்தப் பண்பு ராடாகிக் பல்வேறு பகுதிகளுக்கு ஒரு திசை மின்னோட்டத்தையும், ஒரு திசை மின் திறனையும் அளிப்பதற்கும் பயன்படுகிறது. ஒரு திசை மின்னோட்டத்தையிட மாறுதலை மின்னோட்டம் பணைக்ககளில் சிறத்ததாக, தற் காலத்தில் எல்லா இடங்களிலும் மாறுதலை மின்னோட்டமே பயன்படுத்தப்பட்டுவருகிறது. ஆனால், ரேடியோ, ராடாகி, தொலைக்காட்சி போன்ற சாதனங்களில் சில குறிப்பிட்ட செயல்களுக்கு ஒருதிசை மின்னோட்டமே தேவைப்படுகிறது. எனவே, மாறுதலை மின்னோட்டம் ஒருதிசை மின்னோட்டமாக மாற்றப்படுகிறது. இதைச் செய்கின்ற எந்த ஒரு சாதனமும் திருத்தி (rectifier) என வழங்கப்படுகிறது. இத்தகைய சாதனங்கள் எதிர்மின்வாயைச் சூடாக்குவதற்கும், தேர்மின் வாய்க்கு உயர் மின்னழுத்தத்தைக் கொடுப்பதற்கும், கிரிடுக்குக் குறைந்த மின்னழுத்தத்தைக் கொடுப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன.

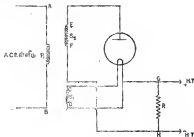
(1) அரை அலைதிருத்தி (The half-wave rectifier):

(a) டயோடு திருத்தி:

இது திருத்திகளிலேயே மிகச் சலபமான அமைப்பைக் கொண்டது. இது படம் 9.11 க் காட்டப்பட்டுள்ளது.

$P_1$  என்பது ஒரு திசை மின்மாற்றியின் (power transformer) முதன்மைச் சுருள்  $S_1$ ,  $S_2$  என்பன துணைச் சுருள்கள் ஆகும்.  $S_1$  முதல்த எண்ணிக்கையுள்ள சுற்றுகளையும்,  $S_2$  அதிக அளவு எண்ணிக்கையுள்ள சுற்றுகளையும் கொண்டவை. மாறுதலை மின்னோட்ட இயத்றி (generator) முதன்மைச் சுருளின் முனைகள்

வடமே இணைக்கப்படுகிறது.  $S_1$  உடல் மூலக்கம் எதிர் மின்வாயு டனும்.  $S_2$  உடல் ஒருமுனை நேர்மின்வாயுடனும் மற்றமுனை  $R$  என்ற மின்சுடையுடனும் இணைக்கப்படுகின்றன. எதிர்மின்வாயு  $R$  உடல் மற்றமுனைவோடு சேர்க்கப்படுகிறது.



புலவர் 3-11

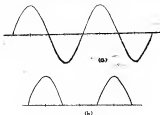
டமோடு திருத்தி

மற்றுமொரு மின்னோட்டத்தில் அடுக்கம் ஒரு வினாடிக்கு 50 சுற்றுகளாகவும்  $A, B$  என்ற மூலக்கம் மாறிமாறி ஒரு வினாடிக்கு 50 நடவையகம் நேர்க்குறிவாகவும், எதிர்க்குறிவாகவும் செயல்படுகின்றன.

இவ்வினாடி துணைச் சுருங்குகின்ற ஒரு மின்னோட்டம் தூண்டப் படுகிறது. துணைச் சுருங்குகின்ற  $CD, EF$  என்ற மூலக்கம் ஒரு வினாடிக்கு 50 நடவைய நேர்க்குறிவாகவும், எதிர்க்குறிவாகவும் மாறுகின்றன.  $A$  நேர்க்குறிவாக இருக்கும்போது  $C$  யும்  $E$  யும் நேர்க்குறிவாகின்றன.  $CD$  யின் குறுக்கேயுள்ள சிறிய மின்னழுத்தம் மின்னோட்டத்தின் சிவியலெண்ணைத் தூடாக்குவதற்குப் பயன்படுகிறது.  $E$  நேர்க்குறிவாதலால் நேர்மின்வாயு நேர்க்குறிவாகிறது. எனவே, எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாயை நோக்கிச் செல்லுகின்றன. மின்னோட்டத்தின் நேர்மின்வாயிலிருந்து எதிர் மின்வாயை நோக்கியும், மின்னோட்டக்கு வெளியே எதிர்மின்வாயிலிருந்தும் ஒரு மின்னோட்டம் திரைகிறது.  $\frac{1}{100}$  வினாடிகளுக்குப் பிறகு  $A$  எதிர்க்குறிவாகவும்,  $B$  நேர்க்குறிவாகவும் மாறுகின்றன.

இதனால் தேர்நின்றவாய் எதிர்பின்னனூத்தத்ததைப் பெறுகிறது. எனவே, எவெக்ட்டரான்கள் தேர்நின்றவாயை நோக்கிச் செல்வ தில்லை. ஆகவே, மின்னோட்டம் தடைப்படுகிறது. இது ஒவ்வொரு சுற்றிலும் திரும்பத் திரும்ப நிகழுகிறது. அதனால் ஒவ்வொரு அரைச் சுற்றிலும் தேர்நின்றவாய் நேர்க்குறியாக இருக்கும் பொழுது  $R$  என்ற மின்னடையில்  $G$  என்ற மூலிகை நேர்க்குறியாகவும்  $H$  என்ற மூலிகை எதிர்க்குறியாகவும் மாறி  $GH$  உ் ஒரு மின்னனூத்தப் பேதம் ஏற்படுகிறது. அடுத்த அரைச் சுற்றில் இந்த மின்னனூத்தப் பேதம் மாறாதுவிடுகிறது. அதாவது  $G$  நேர்க்குறியாக இருக்கும்போதுமட்டுமே  $G$  என்ற மின்னடையில் மின்னோட்டம் நிகழுகிறது.  $R$  உ் மின்னோட்டம் ஒரே திசையில், ஆனால், விட்டு விட்டு நிகழுகின்றது. அதாவது மாறுதிசை மின்னோட்டம் ஒரு திசை மின்னோட்டமாக மாற்றப்படுகிறது.

தேர்த்தை  $x$ -அச்சிலும், மின்னனூத்தத்தை  $y$ -அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபடம் வரைந்தால் அது படம் 9.12 (b) உ்



படம் 9.12

மாறுதிசை, ஒரு திசை அநிலையங்கள்

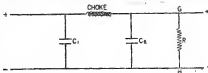
காட்டியதுபோல இருக்கும். 9.12(a) மாற்றப்படாத, உள்நேர்க்குக் கொடுக்கப்பட்ட மாறுதிசை மின்னனூத்தத்தை காட்டுகிறது.

படம் 9.12(a) உ் உள்ள வரிசையின் கீழ்ப்பாகங்கள் திருத்தப் பட்ட வரிசையில் படம் 9.12(b) உ் முழுமையாக நீக்கப்பட்டுள்ளன. மின்னூதம் ஒரே அரைச் சுற்றின்மீட்டிலும் கடத்துகின்ற மனையைப் பெற்றிருப்பதால் இது அரை அநிலைதிருத்தி எனப்படும்.

(b) சமப்படுத்தும் சுற்று (Smoothing circuit) :

$R$  என்ற மின்தடைகின் இரு முனைகளுக்கிடையே கிடைக்கும் மின்னழுத்த பேதத்தை ஒரு சமப்படுத்தும் சுற்றைக் கொண்டு ஒரு நிலைப் படுத்தலாம். இத்தகைய சுற்றின் படம் P.13-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படத்தில்  $C_1$ ,  $C_2$  என்பன மின்தேக்கிகள். சுற்றில் ஒரு ஊரகஞ்சும் (choke) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்னூழாய் கடத்தும் பொழுது  $C_1$  என்ற மின்தேக்கியின் தாட்டுக்களுக்கிடையிலுள்ள மின்னழுத்தம் உச்சிக்கு இருதிறை மின்னழுத்தத்தின் உச்ச



படம் 9-13

சமப்படுத்தும் சுற்று

மதிப்பை அடைகிறது. மின்னூழாய் கடத்தாமல் இருக்கும்பொழுது  $R$  என்ற மின்தடைக்கு மின்னோட்டத்தை அளிக்கிறது. எனவே,  $C_1$  இன் மின்னழுத்த பேதம் குறைகிறது. இந்த நேரத்திற்குள் மின்



படம் 9-14

திருத்தப்பட்ட மின்னழுத்தம்

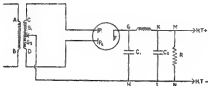
னூழாய் மறுபடியும் கடத்தப்படுகிறது. எனவே,  $C_1$  இன் மின்னழுத்த பேதம் அதிகரிக்கிறது. ஒவ்வொரு சுற்றிலும் இந்த மூன்றை திரும்பத் திரும்பப் பெறப்படுவதால்  $R$ -ல் மின்னோட்டம் படம் P.14-ல் காட்டப்படும் குறைவாகும் கூடவும் செய்கிறது.

சோக் அதன் வழியே செல்லுகின்ற மின்னோட்டத்தில் ஏற்படுகின்ற மாறுதலைத் தவிர்த்துகிறது.  $C_2$  என்ற மின்தேக்கி  $R$ -ல் குறுக்கேயுள்ள மின்னழுத்த பேதத்தை ஒரு நிலையில் வைத்திருக்கிறது.



(2) முழு அலை திருத்தி (Full wave rectifier) :

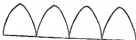
இரு நேர்மீள்வாய்கள் பொருத்தப்பட்ட ஒரு டயோடு மின் குழாயைக் கொண்டு ஒரு மாறுதிற மின்னழுத்த அலைமீள் இரு பாதைகளையும் திருத்தலாம். இம் மின்குழாய்க்கு 'இரட்டை டயோடு' (double diode) என்று பெயர். இத்தகைய மின்சுற்றுக்கு முழு அலைதிருத்தி என்று பெயர். இத்தச் சுற்றின் அமைப்புப் படம் 9-15-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 9-15

முழு அலைதிருத்தி

படத்தில் மின்மாற்றியின் துணைச் சுருளின் மத்தியில் E என்ற ஒரு முனை உடனது. E துணைச் சுருளை  $S_1$ ,  $S_2$  என்ற இரு சம பாகங்களாகப் பிரிக்கிறது. இத்த இரு பாகங்களும் எம்மா விதத்தில் மூலம் ஒத்தவை. துணைச் சுருளின் இரு முனைகள்  $P_1$ ,  $P_2$  என்ற இரு நேர்மீள்வாய்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மத்தியப் புள்ளி (centre tap) எதிர்மீள்வாய்களுடன் இணைக்கப்படுகிறது. மாறுதிற மின்னழுத்தம் மூதன்மைச் சுருளுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. ஓர் அதரச் சுற்றில்  $P_1$  நேர்க்குறிவாகவும்,  $P_2$  எதிர்க்குறிவாகவும்



படம் 9-16

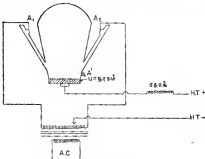
திருத்தப்பட்ட மின்னழுத்தம்

இருக்கின்றன. மற்ற அதரச் சுற்றில்  $P_1$  எதிர்க்குறிவாகவும்  $P_2$  நேர்க்குறிவாகவும் மாறுகின்றன. துணைச் சுருளின் மின்னழுத்தம் நேரடிக்சியாக இருப்பதால் மத்தியப் புள்ளி E யும்,

அது இணைக்கப்பட்டுள்ள எதிர்பின்வாங்க  $P_1$ ,  $P_2$  என்ற நேர்மின் வாய்களைப் பொறுத்து எப்பொழுதும் எதிர்க்குதிவாகவே நிகழ்கின்றன. ஆகையால் மின்னூழாய் தொடர்த்தியாக மின்னோட்டத்தைக் கடத்துகிறது.  $MN$  என்ற ஓடுகளையுக்கிடையே கிடக்கும் வெளிவரு மின்னழுத்தம் திருத்தப்பட்ட வொன்றாகும். மின்னழுத்தம் இடைவெளியின்றித் தொடர்த்தியாக இருத்த போதிலும் அளவில் ஒரே மாதிரி இருப்பதில்லை. திருத்தப்பட்ட, மின்னழுத்தம் படம் 9-16-ல் காட்டியதுபோல் இருக்கும். எனவே, அதை ஆவிதிருத்தியின் கூறப்பட்ட கதம்போலச் சமர்ப்படுத்தும் சுற்றுகள் தேவை. இப்படிச் சமர்ப்படுத்தப்பட்ட சிறகும்கூட மின்னழுத்த வரிசைக் கோடுகள் குற்றமேகள் (ripples) வடிவத்திலேயே இருக்கும். ஆனால், அவை இடைபுறம் இருக்க மாட்டா.

### (3) பாதரச மின்னில் திருத்தி (Mercury arc rectifier)

வெகு அநீதமான மின்னோட்டங்கள் தேவைப்படும்போது பாதரச திரவத்தை எதிர்பின்வாங்க வைத்து அதற்கும் நேர்மின் வாய்க்குமிடையே ஒரு மின்னிலை உண்டுபண்ணி எலக்ட்ரான் களை ஏராளமாய் உண்டுபண்ணலாம். மின்னிலை வெப்பம் பாதரசத்தை ஆவியாக்கி, விகிதத் தொடர்த்து நடத்துகிறது.



படம் 9-17

### பாதரச மின்னில் திருத்தி

பாதரச ஆவி குளிர்ந்து மறுபடியும் பாதரசமாகி பாதரசத் தின் திரவத்தைப் புதுப்பித்துக் கொண்டுள்ளது. பல்பினும்

ஆலிவியத்தின் குறைவாகிவிட்ட வேண்டுகோளாக, ஆலி உண்டாக்கவும் அதை விவரணிக் குளிர் பண்ண வேண்டும். இதற்கு தவறாமல், விவரிக்கவேண்டுமென்று பரிசுபகி குளிர் வைக்கிறார்.

9.17 ஆம் படத்தில் ஒரு கண்ணாடி பரிசுபகி பாதரச மின்னில் திருத்தி காட்டப்பட்டுள்ளது. விலகாத துவக்க, பரிசுபகி பரிசுபகி சாங்கி மறுபடியும் தோக்கவேண்டும். முதலில் மின்னில் பாதரசத்திலும் துவக்க மின்னில்  $A'$  க்கு மீட்டையே உண்டாக்கிறது. பிறகு முதன்மை தேர்மின்வாய்கள்  $A_1, A_2$  க்குக் கிடைப்பே மாறுதலை மின்னழுத்தம் பிரயோகிக்கப்படுவதால் மின்னோட்டம் பாதரச எதிர் மின்வாயிலிருந்து எந்த மின்வாய் ( $A$ ) தேர்மின்வாய்க்கு விரும்புகிறதோ அதற்குப் பாய்கிறது. ஆகவே, இது ஒர் இரட்டை டயோடு முழு அலை திருத்திக்குச் சமமானது. பெரிய கண்ணாடி பரிசு பாதரச ஆலிவைக் குளிர் வைப்பதற்குப் பெரிதும் உதவி செய்கிறது. இதன் பக்கப் புயக்களில் முதன்மை தேர்மின்வாய்கள் இரண்டும் தூரமாக வைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வெனில், ஒன்று தேர் மின்னேற்றமும் மற்றது எதிர்மின்னேற்றமும் விரும்புகையில் அவை இரண்டிற்கு மீட்டையே மின்னில் உண்டாக்கிடலாம்.

இவ்வித சாதனத்தைக் குளிர்விப்பது கடினமானதாயினும் அதிக மறுமறுதல் கண்ணாடி உடைத்துவிட ஏதுவாகுமாகையாலும், இத் திருத்தியின் உச்சத் திறன் சுமார் 250,000 வாட்டுகளாகும். இதைவிட அதிக திறன் தேவைப்பட்டால், பாதரசத்தை வைப்பதற்கு எடுத்துத் தொட்டிகளைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். இவை மிக உறுதியாகிவிடுவதுடன் தண்ணீரால் இவற்றை மிகத் திறமையாகக் குளிர்விக்கலாம். இவ்விதத் திருத்தியைக் கொண்டு 20,000 வாட்டு மின்னழுத்தங்களில் ஒரு கோடி வாட் திறனைப் பெறலாம்.

### மாடுரிக் கணக்குகள்

1. ஒரு டிரயோடு மின்னோளின் பெருக்கற்புண் எண் 1.50  $A.C.$  மின் தடை 70,000 ஓம்கள். அதன் பரிமாற்றக் கடத்துதிறன் யாது? மின்னழுத்தப் பெருக்கற்புண் ( $V.A.F.$ ) 75 ஆக இருக்க வேண்டுமானால், அதன் தேர்மின்வாயுடன் இணைக்கப்பட வேண்டிய தடை யாது?

$$R_0 = 70,000$$

$$\mu = 100$$

$$G_m = \frac{\mu}{R_a} = \frac{100}{70,000} = 1.43 \times 10^{-3} \text{ Qar.}$$

$$V.A.F. = \frac{\mu RL}{R_a + R}$$

$$\text{அதாவது } 75 = \frac{100 \times RL}{70,000 + RL}$$

$$75RL + 75 \times 70,000 = 100RL$$

$$25RL = 75 \times 70,000$$

$$RL = 210,000 \text{ ஒம்சை.}$$

2. ஒரு மின்தடை-மின்தேக்கி இணைப்புப் பெருக்கியில், தேர்வியர்வாவுடன் இணைப்பும் மின்தடை 12,000 ஒம்சனாக இருக்கும்போது மின்னழுத்தப் பெருக்கம் 6 ஆகவும், மின்தடை 32,000 ஒம்சனாக இருக்கும்போது, பெருக்கம் 8 ஆகவும் உள்ளது. மின்னோடியின் பரிமாற்றக் கடத்துதிறனைக் கணக்கிடு.

$$R_{L1} = 12000, R_{L2} = 32000 \text{ எம்ச.}$$

$$6 = \frac{\mu \cdot 12000}{R_a + 12000}$$

$$12000 \mu = 6R_a + 72000.$$

$$48000 \mu = 24R_a + 288000 \quad \dots \quad (1)$$

$$8 = \frac{\mu \cdot 32000}{R_a + 32000}$$

$$32000 \mu = 8R_a + 256000$$

$$96000 \mu = 24R_a + 768000 \quad \dots \quad (2)$$

(2) கிழத்து (1) ஐக் கழிக்க,

$$48000 \mu = 480000$$

$$\mu = 10$$

$$\text{மேலும் } 12000 \times 10 = 6R_a + 72000$$

$$6R_a = 48000$$

$$R_a = 8000 \text{ ஒம்சை.}$$

$$Gm = \frac{\mu}{Rn} = \frac{10}{8000}$$

$$= 1.25 \text{ மில்லி-மோ.}$$

3. ஓர் எதிர்வினை ஆலைப்பற்றியின் தொட்டிச் சுற்றில் மின்நிலைம் 3 மில்லி ஹென்ரிகளாகவும், மின்தேக்கு திறன் 0.0005  $\mu F$  களாகவும், பயனுறு மின் தடை 50 ஓங்களாகவும் உள்ளன. அந்த வாயுவோடு மின்னழுத்தின் மதிமாற்றக் கடத்து திறன் 0.008 மில்லி மோக்கன் ஆகும். எதிர்வினைச் சுற்றின் மின்நிலைம் 1 மில்லி ஹென்ரிகளாகவும் ஆலைவத் தோற்றவியல் தந்திரத் தேவைப்பள்ள இணைப்பெண்ணைக் காண்க.

$$C = 0.0005 \mu F$$

$$R = 50$$

$$Gm = 0.008 \times 10^{-3} = 8 \times 10^{-3}$$

ஆலைவத் தோற்றவியல் தந்திர

$$R = \frac{M.Gm}{c} \text{ என்றிருக்கவேண்டும்,}$$

$$\therefore M = \frac{Rc}{Gm} = \frac{50 \times 0.0005 \times 10^{-3}}{8 \times 10^{-3}}$$

$$= \frac{25}{8} \times 10^{-3}$$

$$L_1 = 10^{-3}$$

$$L_2 = 2 \times 10^{-3}$$

$$M = R \sqrt{L_1 L_2}$$

$$\therefore R = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

$$= \frac{25 \times 10^{-3}}{8 \sqrt{10^{-3} \times 2 \times 10^{-3}}}$$

$$= \frac{25}{8 \sqrt{2}} = 5.96.$$

### வினாக்கள்

1. செவியுறு அடுக்கப் பெறுக்கிலில் வாக்கு இணைப்புகள் என்பவை யாவை ? மின் தடை-மின்சேக்கி இணைப்பை விவரித்து அதன் பயனை விளக்குக.
2. ஒரு க்யூபோடு மின்னூட்டை எப்படி ஒரு பெறுக்கியாகப் பயன்படுத்தலாம் என்பதைப் படத்துடன் விவரி.
3. பெறுக்கியாகப் பயன்படுகிறபோது ஒரு க்யூபோடு, டெட்ரோடு, பென்டோடு ஆகியவற்றின் பண்புகளை ஒப்பிடுக.
4. ஒரு க்யூபோடு எப்படி அலைவியற்றலாகத் தொழிற்படுகின்றது என்பதை விவரி.
5. டிராப்ட்டி அலைவியற்றி, கோக்லிட் அலைவியற்றி ஆகியவற்றைப் படத்துடன் விளக்குக.
6. ஆரை அலைதிருத்தி, முழு ஆலை திருத்தி ஆகியவற்றை விளக்குக. ஒரு முழு அலைதிருத்தி எப்படித் தொழிற்படுகின்ற தென்பதைப் படத்துடன் விளக்குக.
7. சிறுதுறிப்பு வரைக :
  - (a) ரேடியோ அடுக்கப் பெறுக்கிகள்.
  - (b) மின்னூட்டம்.
  - (c) அலுத்த மின்வினைவு.
  - (d) முழு அலை திருத்தி.
  - (e) பாதரச விக்கிருத்தி.

## 10. அலைப்பண்பேற்றமும் பகுத்தலும் (Modulation and Detection) *Demodulation*

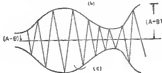
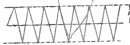
அலைப்பண்பேற்றம் (Modulation) :

ஒரு பரப்புதலில் (ரேடியோக்களில்) ஒளி அலைகள் மின்காத்த அலைகளாக மாற்றப்பட்டு வெகு தூரத்திற்கு அனுப்பப்படுகின்றன. ஏதேனும் (receiver) அந்த மின்காத்த அலைகள் மறுபடியும் ஒளி அலைகளாக மாற்றப்படுகின்றன. ஒளி அலைகளின் அடுக்கம் மிகக் குறைவானதால் அவற்றின் அலைநீளம் அதிகம். எனவே, இத்தகைய அலைகளை வெகு தூரத்திற்கு அனுப்பும்பொழுது அவற்றின் ஆற்றலின் பெரும்பகுதி வீரவாகிறது. இதைத் தடுப்பதற்குக் குறைந்த அடுக்கங்களையுடைய அலைகள் அதிக அடுக்கங்களையுடைய ரேடியோ அலைகளுடன் தக்கவாறாகச் சேர்க்கப்படுகின்றன. இதற்கு அலைப்பண்பேற்றம் என்றும், இவ்வாறு சேர்க்கும் கருவிக் குப்பண்பேற்றி என்றும் பெயர். ரேடியோ அடுக்க அலைகள் அதிக அடுக்கங்களை உடையனவாதலால் அவற்றின் அலைநீளம் மிகக் குறைவு. இந்தக் குறுகிய அலைகள் (short waves) வானவெளிவழியே பரவுக்போது ஆற்றல் வீரயப்படுவதில்லை. இவ்வாறு குறைந்த அடுக்க அலைகளையும், மிக அதிக அடுக்க அலைகளையும் கலந்து அவற்றை வானவெளிவழியே அனுப்பும்பொழுது அவை ஏதேனும் சென்றடக்கின்றன. இந்தக் காரணங்களினால் ரேடியோ அடுக்க மின்னோட்டத்தை ஊர்தி மின்னோட்டம் (carrier current) என்று அழைக்கிறோம். இதைத் கருக்கமாக ஊர்தி (carrier) என்றும் கூறுவர். அலைப்பண்பேற்றத்தலுக்குப் பிறகு கிடைக்கும் மின்னோட்டத்தைப் பண்பேற்றப்பட்ட அலைகள் என்றும், அலைகளிற் பண்பேற்றப்பட்ட அலைகள் என்றும் கூறுவர். பண்பேற்றங்களில் மூன்று வகை உண்டு.

1. வீச்சுப் பண்பேற்றம் (amplitude modulation)
2. கட்டப் பண்பேற்றம் (phase modulation)
3. அடுக்கப் பண்பேற்றம் (frequency modulation)

frequency waves long frequency waves, Amplitude modulation waves

அடுக்க அலை, அதிக அடுக்க அலை, வீச்சுப் பண்பேற்ற அலைகள், அடுக்கப் பண்பேற்ற அலைகள் ஆகியவற்றைக் காட்டுகின்றன. ஏனெனில் வீச்சுப் பண்பேற்றமும் அடுக்கப் பண்பேற்றமும் மிக மூக்கியமானவைகளாகும்.



புலம் 104

- (a) குறைந்த அடுக்க அலை
- (b) அதிக அடுக்க அலை
- (c) வீச்சுப் பண்பேற்ற அலை
- (d) அடுக்கப் பண்பேற்ற அலை

வீச்சுப் பண்பேற்றம் :

ஒருவரை அடுக்க அலைவுகள் ஒரே அளவு வீச்சுடன் உண்டாகப்படுகின்றன. குறைந்த அடுக்கு அலைவுகளின் அகலது செவியறு அடுக்க அலைவுகளின் வீச்சு தொடர்ந்து



மாறிக்கொண்டே இருக்கும். இதனால் ரேடியோ அடுக்க அலைவுகளின் வீச்சையும், செவியுறு அடுக்க அலைவுகளின் வீச்சுக் கேட்பு மாற்றுகின்றோம். இத்தயே வீச்சுப் பண்பேற்றம் எங்கிறோம். இத்தகைய வீச்சு மாற்றப்பட்ட ரேடியோ அலைவுகளியே மிகக்கூத்த அலைகளாக மாற்றி வானவெளியில் அனுப்புகிறோம்.

படம் 10.1ல் ஊதி அலையின் வீச்சு  $A$  என்றும், செவியுறு அடுக்க அலையின் வீச்சு  $B$  என்றும் கொண்டால் பண்பேற்றப்பட்ட அலையின் வீச்சு  $A+B$ ,  $A-B$  ஆகியவற்றுக்கிடையே மாறுகின்றது. செவியுறு அடுக்க அலையின் வீச்சுக்கும் ஊதி அலையின் வீச்சுக்குமுள்ள தகவு, அதாவது  $\frac{B}{A}$  என்பது பண்பேற்ற ஆழம் (depth of modulation) எனப்படும். இதைச் சதவீதிக் கணக்கிலும் கூறலாம். பண்பேற்றப்பட்ட அலையும், ஒரு ரேடியோ அடுக்க அலையாகும். அதன் வீச்சு செவியுறு அடுக்க அலையின் வீச்சுக்குத் தகுத்தாற்போல் மாறுகின்றது. பண்பேற்றப்பட்ட அலையிலுள்ள ரேடியோ அடுக்கம், செவியுறு அடுக்கம் ஆகிய இரு பகுதிகள் வான வெளியில் எல்லாத் திசைகளிலும் பரவுகின்றன. (சைகை அலையில் (signal waves) கோண அடுக்கம் (angular frequency)  $\omega$ , எனக் கொண்டால் பண்பேற்றப்பட்ட அலையின் வீச்சைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டினால் பெறலாம்.

$$A' = A + B \sin \omega_s \dots t$$

$t$  கழிவாக இருக்கும்போது  $\omega_s t = 0$

ஆகவே  $A' = A$  ஆகின்றது.

$$t = \frac{T}{4} \text{ ஆக இருக்கும்போது,}$$

$$\omega_s t = \frac{2\pi}{T} \times \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2}$$

$$\sin \omega_s t = 1$$

எனவே,  $A' = A + B$  ஆகின்றது.

$$t = \frac{T}{2} \text{ ஆக இருக்கும்போது}$$

$$\omega_s t = \frac{2\pi}{T} \times \frac{T}{2} = \pi$$

$$\sin \omega_s t = 0$$

எனவே,  $A' = A$  ஆகிறது.

$$t = \frac{3}{4} T \text{ ஆக இருக்கும்போது}$$

$$w_2 t = \frac{2\pi}{T} \times \frac{3}{4} T = \frac{3}{2} \pi$$

$$\sin w_2 t = -1$$

எனவே,  $A' = A - B$  ஆகிறது.

இங்ஙனம் பண்பேற்றப்பட்ட ஆலைகின் வீச்சு  $A+B$  க்கும்,  $A-B$  க்கும் இடையே மாறுகின்றது.

பண்பேற்றப்பட்ட மின்னோட்டம்

$$I = A' \sin w_2 t.$$

என்ற சமன்பாட்டையும் பெறப்படுகிறது. இங்கு  $w_2$  என்பது ஊர்தியின் கோண அடுக்காகும். ஆகையால்,

$$I = (A + B \sin w_2 t) \sin w_1 t$$

$$= A \left( 1 + \frac{B}{A} \sin w_2 t \right) \sin w_1 t.$$

$$= A (1 + m \sin w_2 t) \sin w_1 t$$

இங்கு  $m = \frac{B}{A}$ , அதாவது பண்பேற்ற ஆழமாகும்.

மேலும்  $I = (A + B \sin w_2 t) \sin w_1 t$

$$= A \sin w_1 t + B \sin w_2 t \sin w_1 t$$

$$= A \sin w_1 t + \frac{B}{2} [\cos (w_2 - w_1) t - \cos (w_2 + w_1) t]$$

எனவே, பண்பேற்றப்பட்ட ஊர்தி மின்னோட்டத்தில் மூன்று பகுதிகள் உட்கொள். இவற்றின் அடுக்கங்களும் வீச்சுகளும் வெவ்வேறுபாடுகள்.

(1) பண்பேற்றப்படாத ஊர்தி. இதனுடைய அடுக்கம்

$$\frac{w_1}{2\pi}, \text{ வீச்சு } A \text{ ஆகும்.}$$

(8) ஒரு ரேடியோ அடுக்கம் அலை. இதனுடைய அடுக்கம்

$$\frac{W_c - W_s}{2\pi}, \text{ வீச்சு } \frac{B}{2} \text{ ஆகும்.}$$

(9) மற்றொரு ரேடியோ அடுக்கம் அலை. இதனுடைய அடுக்கம்

$$\frac{W_c + W_s}{2\pi}, \text{ வீச்சு } \frac{B}{2} \text{ ஆகும்.}$$

ரேடியோ அடுக்கம்  $\frac{W_c - W_s}{2\pi}$  என்பது கீழ்ப்பக்கப் பட்டை

எனவும், ரேடியோ அடுக்கம்  $\frac{W_c + W_s}{2\pi}$  மேல் பக்கப் பட்டை எனவும்  
ஆகழைக்கப்படும்.

ஒலியை உருக்குகியு எதுவுமில்லாத பரப்ப வேண்டினாலும்  
வினாடிக்கு 50 முதல் 8000 சைக்கிள்வரைவுகள் அதிகவேண்டுகள்  
தேவைப்படும். ஊர்தியின் அடுக்கம் 3,000,000 சைக்கிள்/  
வினாடி ஆனால் கீழ்ப்பக்கப் பட்டை (lower side band) 2,999,950  
(3,000,000 - 50) வினாடிக்கு 2,999,950 (3,000,000  
- 50) வரை பரவியிருக்கும். மேல்பக்கப் பட்டை (upper side  
band) 3,000,050 வினாடிக்கு (3,000,000 + 50) 3,000,050  
வரை (3,000,000 + 5000) பரவியிருக்கும். எனவே, பட்டை  
அகலம் (band width) 3,008,000 - 2,999,950 = 8,050  
சைக்கிள்/வினாடி ஆதலால் 16 கிலோ சைக்கிள்/வினாடி களாகும்.



படம் 10-2

கீழ்ப்பக்கப் பட்டையும், மேல்பக்கப் பட்டையும்

இரண்டு ஒலிபரப்பு நிலையங்களுக்கிடையே ஏற்படும்  
குறுக்கீடு விரிவுகளைத் தடுக்கவேண்டுமென்றும் ஒரு நிலையத்தின்  
கீழ்ப்பக்கப் பட்டையும் மற்றொரு நிலையத்தின் மேல்பக்கப்  
பட்டையும் மேற்பொருத்தக் (overlap) கூடாது. உதாரணமாக,  
ஒரு நிலையம் ஆறாம் கிலோ சைக்கிள் ஊர்தி அடுக்கத்தில் ஒலி  
பரப்பினால், வேறு எந்த நிலையமும் அதே நேரத்தில் 984 கிலோ  
சைக்கிளுக்கு அதிகமாகவோ 1016 கிலோ சைக்கிளுக்குக் குறை  
வாகவோ ஒலிபரப்பக்கக் கூடாது. இது மிகவும் இலட்சியமான

அமைப்பாகும். ஆனால், ஒரு நிலையத்தின் ஊர்தி அடுக்கத்திற்கும் எந்தொரு நிலையத்தின் ஊர்தி அடுக்கத்திற்குமுள்ள வித்தியாசம் அதிகமாக இருந்தால் ஒரே சமயத்தில் ஒளிபரப்பக்கூடிய நிலையங்களின் எண்ணிக்கை குறைந்துவிடும். ஆனால், விஞ்ஞான மூன்சைந்தத்தில் காரணமாக உலகில் ரேடியோ நிலையங்களின் எண்ணிக்கை நான்கு நூன் அதிகரித்து வருகிறது. எனவே, உலக நாடுகளின் ஒப்பந்தப்படி ஒவ்வொரு ரேடியோ நிலையத்திற்கும் பண்பேற்றி அடுக்கத்தின் எகிலை 50 முதல் 4500 ஊக்கின்/மினாடி வரையில்தான் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால் ஊர்தி அடுக்கம் ஒரு மெகா ஊக்கினாலும் (1,000,000) கீழ்ப் பக்கப் பட்டை 9,95,500 கிருத்து 9,99,950 வரைக்கும் மேல்பக்கப் பட்டை 10,00,050 கிருத்து 10,04,500 வரைக்கும் இருக்கும். எனவே, இரண்டு அடுத்தடுத்த ஒளி நிலையங்களுக்கு அடுக்கப் பிரிவு 9 கிலோ ஊக்கினாகும். எனவே, ரேடியோ நிலையங்களின் ஒவ்வொரு பட்டையும் 4500 ஊக்கின் அகலத்தான் இருக்கமுடியும். இதுவே ரூடர்டின் வேறு அளவில் கொடுக்கப்படுகிறது.

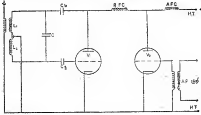
அலைப் பண்பேற்றத்தில் செலுத்தப்படும் திறன், வீச்சின் இருமடிக்கு நேர்விகிதத்தின் இருக்கிறது. ஊர்தியின் திறன்  $A^2$ -க்கு நேர்விகிதத்திலும், ஒவ்வொரு பக்கப் பட்டையின் திறன்  $\frac{B^2}{4}$ -க்கு நேர்விகிதத்திலும் உள்ளது. மொத்தம் செலுத்தப்பட்ட

திறன்  $\left( A^2 + \frac{B^2}{2} \right)$  ஆகும்.

அலைப் பண்பேற்றத்தின் சதவிகிதம் 100 ஆனால்,  $\frac{B}{A} = 1$  அல்லது  $B = A$ . செலுத்தப்பட்ட திறன்  $A^2 + \frac{A^2}{2}$  அல்லது  $\frac{3A^2}{2}$  ஆகும். இங்கு ஊர்தியின் திறன்  $\frac{B}{2}$  பக்காகும். மொத்தத் திறனில்  $\frac{1}{3}$  பங்கு ஊக்கையை அனுப்புவதற்கும் பயன்படுகிறது. இந்த  $\frac{1}{3}$  பங்குத் திறனை இரண்டு பக்கப் பட்டைகளும் சமமாகக் கொடுக்கின்றன.

வீச்சுப் பண்பேற்றம் நேர்விகிதவாய்முடையதாகவோ அல்லது கிரடுமுடையதாகவோ இருக்கலாம். நேர்விகிதவாய் பண்பேற்றத்தில் பல்வேறு முறைகளிருந்தாலும் 1920-ல் ஹெய்சிங் (Heising)

என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட 'சோக்' அளித்து 'தெய்வசின் பண்பேற்றம்' பொதுவாக உபயோகத்திலிருந்து வந்திருக்கிறது. இந்த முறையின் சுற்று, படம் 10-3-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 10-3

தெய்வசின் பண்பேற்றம்

மேலேயுள்ள சுற்றில் இரு பகுதிகள் உள்ளன.

- (1)  $V_1$  மின்னழுாய் உள்ள ரேடியோ அடுக்க அலைவியற்றி.
- (2)  $V_2$  மின்னழுாய் உள்ள பண்பேற்றி.

அலைவியற்றி உரிய அடுக்கத்திற்கு இணைக்கப்படுகிறது. ரேடியோ அடுக்கச் சோக் ரேடியோ அடுக்க அலைவுகளைப் பண்பேற்றிக்குச் சொல்வதிலிருந்து தடுக்கிறது. செவியுறு சைகை மின்னழுத்தம் (radio signal voltage) ஒலியடர்ப்பப்படவேண்டும். இதை  $V_2$  மின்னழுாயின் கிரிடுக்குக் கொடுக்கிறோம். AFC என்ற சோக் இரு மின்னழுாய்களுக்கும் பொதுவானது.

செவியுறு சைகை மின்னழுத்தம் பண்பேற்றி மின்னழுாய்க்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. எனவே, அதன் மின்னோட்டம் வேறுபடுகின்றது. இந்த மின்னோட்டம் சோக் AFC யில் உகந்த மின்னழுத்தங்களை உண்டாக்கின்றது. இந்த மின்னழுத்தப் பேதங்கள்  $V_1$  மின்னழுாய்க்குக் கொடுக்கப்படுகின்றன. எனவே,  $V_1$  ன் மின்னழுத்தங்களும் AFC யின் மின்னழுத்தங்களைப்போலவே மாறுபடுகின்றன. ஆனால்,  $V_1$  ன் தேர்மியவாய் மின்னோட்டம் ரேடியோ அடுக்கங்களில் மாறுகிறது. எனவே, அலைவியற்றி மின்னழுாயின் ரேடியோ அடுக்க அலைவுகளும் பண்பேற்றி மின்னழுாயின் சைகை அலைவுகளும் ஒரேயே  $V_1$  க்குக் கொடுக்கப்



- (1)  $V_1$  மின்னழுப்புகள் ரேடியோ அடுக்க அலைவிபத்தி.
- (2)  $V_2$  மின்னழுப்புகள் பண்பேற்றி.

செவியுறையை கிட்டு மின்னழுத்தத்தோடு கூட்டியோ, குறைத்தோ செய்து அதைத் தன் பண்புக்கேற்றவாறு மாற்றுகின்றது. இதனால் செவியுற அடுக்கத்தில் தேர்மீள்வாய் மின்னோட்டமும் மாறுகின்றது. இப்படி மாறுகின்ற மின்னோட்டம் இசைநிலைப்பட்ட தேர்மீள்வாய் மிக் சுற்றின் வழியே சென்று ஏரியலித் தாக்குகிறது. எனவே, ஏரியல் சைகையை மீள்காத்த அலைகளாக அனுப்புகிறது.

கீழ்க் பண்பேற்றம் திறன் குறைந்த அலைவிபத்தின்கீழ்க் உபயோகிக்கப்படுகிறது. ஏனெனிக் பண்பேற்றம் 80 சதவீதத்திற்கு அதிகமாகும்போது இது அதிக உருக்குலைவை உண்டாக்குகிறது. ஆனால், திறன் மீக்குறைவாக இருக்கும்போது இந்த முறை மிக தங்குகச் செயல்படுகிறது.

அடுக்கப் பண்பேற்றம் (Frequency modulation) :

இந்த முறை இப்போது பெரிதும் அதிக உபயோகத்திற்கு வருகிறது. இந்த வகையில் ரேடியோ அடுக்க அலைவுகளின் உடனுறு அடுக்கம் (instantaneous frequency) கூடிக் குறையும். இதன் அலைவுகளின் படம் 10-1 (d) காட்டுகிறது.

இந்தப் பண்பேற்று முறையில் செவியுற அடுக்க அலைவுகளின் அடுக்கம் மாற்றமையோ, அதனைத் தடவை ஒரு வினாடியில் ரேடியோ அடுக்க அலைவுகளின் உடனுறு அடுக்கம் மாற்றப்படுகிறது. அடுக்க மாற்றம் (frequency change) பண்பேற்றம் செய்யும் அலைவுகளின் வீச்சைப் பொறுத்துள்ளது. உதாரணமாக 1,000,000 அடுக்க ரேடியோ அலைவுகளை ஒரே வீச்சுள்ள ஆயிரம் அடுக்கங்கள் கொண்ட செவியுற அடுக்க அலைவுகளால் பண்பேற்றம் செய்வதாகக் கருதுவோம். இதனால் ரேடியோ அலைகளின் உடனுறு அடுக்கம் 1,000,000 சுற்றுகளுக்கும் 999,999 சுற்றுகளுக்கும் ஆயிரம் முறை மாறும். ரேடியோ அடுக்க அலைவுகளின் அடுக்க மாற்றமாக 80 சுற்றுகள் ஒர் உதாரணத்திற்காக எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டதாகும். உண்மையில் இந்த அடுக்க மாற்றம் செவியுற அடுக்க அலைவுகளின் வீச்சைப் பொறுத்தது. செவியுற அடுக்க அலைவுகளின் வரிசைமையை இரண்டு பங்காக் கீழ்க் உடனுறு அடுக்க மாற்றம் 80 சுற்றுகளிலிருந்து 40 சுற்றுகளாக மாறும். அதாவது ரேடியோ அலைவுகளின் அடுக்கம் 1,000,040 இருந்து 999,960 சுற்றுகளுக்கு மாறும். செவியுற அடுக்க அலைவுகளின் வரிசை 100 பங்கு மாற்றால் ரேடியோ அலைவுகளின் உடனுறு அடுக்கம் 1,002,000 சுற்றுகள்





$V_1$  என்பது ஒரு பென்டோடு மின்னழுாய். இது பெருக்கி யாகத் தொழிற்படுகிறது. இதன் தேர் மின்வாய்க்கு ஒரு மாறு திசை மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கிறோம்.  $V_1$ ன் தேர் மின்வாய்ச் சுற்றில் ஏற்படும் மின்னோட்ட மாறுதல்கள், மின்னழுத்த மாறுதல்கள் ஒரு  $\frac{T}{4}$  அலைவு நேரம் முத்துவதோடு, இந்தக்  $R$  டியும் பயன்படுகின்றன. இத் நிலையில் மின்னழுாய் அதன் தேர் மின்வாய்க்குக் கொடுக்கப்படும் மாறுதிசை மின்னழுத்தத்திற்கு ஒரு மின்னெதிர்ப்பாக அமைகிறது. இந்த மின்னெதிர்ப்பானது மின்தேக்கி மின்னெதிர்ப்புக்குச் சமமாக அமைந்து இசைவுச் சுற்றின் மின்தேக்கிக்குப் பக்கவாட்டில் இணைக்கப்படும் படைகைக் கொடுக்கிறது. பண்மேற்றம் செய்யும் மின்னழுத்தம் ரேடியோ அலைவு மின்னழுத்தத்துடன் கலந்து  $V_1$  ன் தேர் மின்னெதிர்ப்புக் குழாயின் கிரைட் செலுகிறது. இதனால் இந்தக் குழாயின் மின்கடத்தும் திறன் மாறுகிறது. ஆகவே, மின்னழுாய் தேர் மின்வாய் மின்னழுத்தத்திற்குக் கொடுக்கும் மின்னெதிர்ப்பு இசைவுச்சுற்றின் மின்தேக்கிக்கும் பக்கவாட்டில் உருவாகும் மின்தேக்கி மின்னெதிர்ப்பை மாற்றுகிறது. இதனால் அலைவியற்றியினால் உற்பத்தி செய்யப்படும் ரேடியோ அலைவுகளின் உடனாறு அடுக்கம் மாறுபடுகிறது. பண்மேற்றம் செய்யும் மின்னழுத்தம் சீரான அளவிலிருந்தால் ரேடியோ அலைவுகளின் உடனாறு அடுக்கமாத்றமும் பண்மேற்றம் செய்யும் மின்னழுத்த வரிமையைப் பொறுத்திருக்கும்.

அடுக்கப் பண்மேற்றத்தைக் கையாளுவதால் இது நிலையக் களின் திகழ்ச்சிகள் கலந்து குழப்பமுண்டாவது குறைகிறது. மேலும் செலியுறு அடுக்க அலைவுகளை அதிக தூரத்துக்குச் செலுத்துவதோட்கண்மல் அவற்றை மிக நல்ல முறையிலும் மீட்டுவதாகக் கூறுகின்றது. ஆகிலும், இம் முறை மிக அதிக அடுக்க அலைவுகளைப் பரப்புவதிலேயே தற்போது அதிகமாக உபயோகிக்கப்பட்டு வருகின்றது.

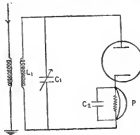
#### 4. பகுத்தல் (Detection) அல்லது (Demodulation):

பண்மேற்றப்பட்ட மின்காத்த அலைகள் ஏற்கென்க்கும் (receiver) போய்ச் செலுழல் பல் தூற்றுக்கணக்கான மைக்கள் மீரயானம் செய்கின்றன. எனவே, அவற்றின் மின்சு குறைத் திருக்கும், ஆதனல் அவற்றை மின்னும் பெருக்கவேண்டும். பெருக்கிய பிறகு அவற்றிலிருந்து ரேடியோ அடுக்க அலைவு களையும் செலியுறு அடுக்க அலைவுகளையும் தனித்தனியே மிக்க

வேண்டும். இம் மூலதனக்குப் பகுத்தல் அல்லது அலைப்பண்ணிற்கும் என்று பெயர். இதன் செயல்பாடு கருவியைப் பகுப்பான் (detector) என அழைக்கலாம். தற்போது 100க்கு 90 ரேடியோக்களில் கலக்கியிருக்கும் மூலதனவே (superheterodyning) உபயோகத்திற்கு வந்திருக்கிறது. இதன்பற்றிப் பிறதொரு அத்தியாயத்தில்க் கிளவாகப் பார்ப்போம்.

பிரித்தல் மூலதனில் பண்பேற்றப்பட்ட ரேடியோ அடுக்க அலைகளைத் திருத்தும் மூலதனவே கைபாளம்பட்டு வருகிறது. பகுப்பான்களில் படிக்கப் பகுப்பான் (crystal detector), டயோடு பகுப்பான் (diode detector), டிரைட் பகுப்பான் (triode detector) எனப் பலவகை உள்ளன. அவற்றுள் டயோடு பகுப்பானின்பற்றியும் டிரைட் பகுப்பானின்பற்றியும்பட்டுமே கருக்கமாகப் பார்ப்போம்.

படம் 10-8ல் டயோடு பகுப்பானின் மின்சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது.  $C_1$  என்ற மாறிவல் மின்தேக்கியின் தகடுகளுக்கிடையே உண்டாகும் ஒத்திசையவு மின்னழுத்த வேதம் டயோடு



படம் 10-6

டயோடு பகுப்பான்

மின்குழாய்க்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. தேர்விக்வாய் தேர்க்குறிவாய் இருக்குப்போதுபட்டுமே மின்குழாயின்கவழியே ஒரு மின்தேட்டம் திகழுகிறது.

திருத்தப்பட்ட துடிப்பில் (pulse) ஒன்று பகுதிகளுக்கான.

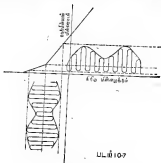
(1) செவியுறு அடுக்கத்தில் ஒரு மாறுதலை மின்னோட்டம்

(2) ரேடியோ அடுக்கத்தில் ஒரு மாறுதலை மின்னோட்டம் (வர்தி)

(3) ஒருதலை மின்னோட்டம்.

ரேடியோ அடுக்கப்பகுதி  $C_2$  என்ற மின்னெக்கியின்வழியே மாற்று வழியில் (by pass) செலுத்தப்படுகிறது. மற்ற இரு பகுதிகளும் காது ஒலிவத்திற்குக் (head phone) கொடுக்கப்பட்டு ஒலியாக மாற்றப்படுகின்றன.

படம் 10.7ல் ஒரு டிரயோடு மின்னூழாயின் நேர்மின்வாய் வளைவைக் கொண்டு (anode bend) எவ்வாறு கிழப்பகுதி அலைகள் நீக்கப்படுகின்றன என்பது காட்டப்பட்டுள்ளது. நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் ஒரு பாதி அலைகளின் வேறுபாடுகளைவருடையது.

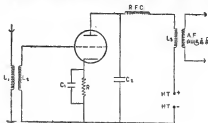


டிரயோடு பகுப்பான்

அமைப்பு பெருக்கி ஒலிப்பெருக்கிக்குக் கொடுத்தும் பேச்சை மீண்டும் கேட்கிறோம். நேரே சொல்லப்பட்ட கருத்து டிரயோடு பகுப்பானில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. நேர்மின்வாய் வளைவு பகுப்பானின் மிகக் குறைந்த படம் 10.8 ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

மின்னூழாய் கிடுக்குக் ஏதக்கூறைய வெட்டுதலில் மின்னூழத்ததைக் (cut-off voltage) கொடுக்கிறோம். அதாவது

சாதக மின்னழுத்த பேதம் கழிவாக இருக்கும்போலது தேர் மின்வாய் மின்னோட்டமும் கழிவாக இருக்கவேண்டும். பரமி மினுலையுயர்வப்பட்டுப் பண்பேற்றப்பட்ட சாதக ஏற்பீலிலுள்ள ஏரிபலாகப் பெறப்பட்டு அதனுலண்டாகும் மின்னோட்டம்  $L_1$  என்ற சுருள்வழியே ஓடுகிறது. அது  $L_2$  என்ற சுருளில் ஒரு மின்னழுத்தத்தைத் தூண்டுகிறது. இந்த மின்னழுத்தத்தை மின்னூழாயின் கிரிடுக்குக் கொடுக்கிறோம். இந்தக் கிரிடு ழுன்னமேயே தேர்மின்வாய் கீழ் வளைவுக்குச் சரிவான மின்



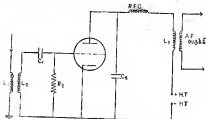
புடம் 10-8

டூயோடு பகுப்பாக் சுற்ற

னழுத்தத்தைக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. தேர்குறி அதைச் சுற்றுகளிலும் பெருக்கப்படுகின்றன. எதிர்குறி அதைச் சுற்றுகள் தீக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு தேர்குறி அலையுப் ரேடியோ அடுக்கத்தின் பகுதியாகும். இது வளைவுகளின் உச்சி களைச் சேர்க்கும் வளைவு செலியுற அடுக்கத்தை ஒத்திருக்கும். ரேடியோ அடுக்கப்பகுதி H.T. க்குச் செல்லாமல் ரேடியோ அடுக்கச் சேர்க்கினால் தடுக்கப்பட்டு  $C_1$  என்ற மின்மேக்கியினால் மாற்றவழியில் செலுத்தப்படுகிறது. செலியுற அடுக்கப் பகுதி  $C_2$  வழியே செல்லுபடியாததால் ரேடியோ அடுக்கச் சேர்க்கின் வழியே  $L_2$  என்ற கம்பிச் சுருளுக்குச் செலுகிறது. பிறகு அது பெருக்கிக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. இது டயோடு பகுப் பாயினிட துண்ணுணர்வு உடையதாகும்.

புடம் 10.9 கிரிடு செலியுப் பகுப்பானக் காணிக்கிறது. இது க்கிரிடு துண்ணுணர்வு உடையதாகும். இதில் எதிர்பின்வாய், கிரிடு இரண்டும் சேர்த்து ஒரு டயோடாகச் செயற்படு

கின்றன. டிரபீயிலிருந்து வரும் பண்பேற்றப்பட்ட சுசைக ஏற்றியில் பெறப்பட்டு மின்னோட்டமாக மாறி  $L_1$  என்ற சுருள் வழியே ஓடுகிறது. அது  $L_1$  என்ற சுருளில் ஒரு மின்னழுத்தத் தைத் தூண்டுகிறது. இந்த மின்னழுத்தம்  $C_1$  என்ற மின்தேக்கி



படம் 10-4

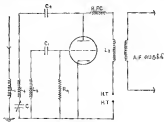
கிரிட் லீக்ஸ் பகுப்பாக்க

மூலம் மின்முழாயின் கிடைக்கும் எதிர்ப்பின்வாய்க்கும் இடைமைய கொடுக்கப்படுகிறது. பண்பேற்றப்பட்ட சுசைக மீட்டர் ன ரேடியோ அடுக்க, செலியுறு அடுக்கப் பகுதிக்க இரண்டுமே மின் குழாய்க்குக் கொடுக்கப்படுகின்றன. மின்முழாய் செலியுறு அடுக்கப் பெருக்கியாகச் செயற்பட்டுச் செலியுறு அடுக்கப் பகுதியைப் பெருக்கி தேர்மீன்வாய்க் சுற்றுக் கலையுக்கிறது. ரேடியோ அடுக்கப் பகுதியும் தேர்மீன்வாய்க்குச் சொக்கிறது. இவ்வாறு பெருக்கப்பட்ட செலியுறு அடுக்கப் பகுதியும், ரேடியோ அடுக்கப் பகுதியும் தேர்மீன்வாய்க் சுற்று வழியே சொக்கின்றன. ரேடியோ அடுக்கப் பகுதி  $C_2$  என்ற மின்தேக்கியின்வழியே மாற்ற வழியில் சொல்தரப்படுகிறது. செலியுறு அடுக்கப் பகுதி  $L_2$  என்ற சுருளுக்குச் சொகு பெருக்கப்பட்டு ஒலிப்பாணுக்குச் சொக்கிறது.

திருத்தப்பட்ட பகுப்பாக்க (Regenerative detector) :

கிரிட் லீக்ஸ் பகுப்பாக்க (grid leak detector) தேர்மீன் வாய்க் சுற்றிலுள்ள ரேடியோ அடுக்கப் பகுதி  $C_1$  என்ற மின்தேக்கி வழியே சொல்தரப்படுகிறது எனக் கண்டோம். இந்தப் பகுதி வியமன்கிறது. இதைத் திரும்பவும் மின்னோட்டமுறைமீக் டியோடித்குக் கொடுத்து அதனுடைய துண்ணுணர்வை மேலும்

அதிகரிக்கலாம். இத்தகைய மின்சுற்று படம் 10.10ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 10-10

நிரூபிக்கப்பட்ட பகுதிகள்

தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சுற்றிலுள்ள ரேடியோ அடுக்கப் பகுதி  $L_1$  என்ற கம்பீசுக்குளோடு இணைக்கப்பட்டுள்ள  $L_2$  என்ற கம்பீசுக்குளின் வழியே செலுத்தப்படுகிறது. இதனால் மின்னூட்டம் ஏற்படுகிறது. ரேடியோ அடுக்கப் பகுதி, ரேடியோ அடுக்கச் சோக்கில் செல்லாமல் தடுக்கப்படுவதால் மின்னூட்டம் நிகழ்கிறது. மின்னூட்டம்  $C$  என்ற மாநிலம் மிகதேக்கியால் கட்டுப் படுத்தப்படுகிறது. இந்தப் மின்னூட்டம்  $L_2$  என்ற சுருளுக்கு ஓர் எதிர்மீள் தடைமைய ஊட்டச் சுற்றில்  $Q$  மதிப்பையும் தேர் திறனையும் (selectivity) குறைக்கின்றனவும் அதிகரிக்கிறது. இந்த மூன்றாக  $C$  என்ற மிகதேக்கியின் மதிப்பை மிகக் கவனமாகச் சரிசெய்யவேண்டும். ஏனெனில் அதன் மதிப்பு ஓர் அளவுக்கதிகமானால் செலியுறு அடுக்கப் பகுதியின் பக்கப் பட்டைகளை நீக்கிவிடும்.

### மாநிலக் கணக்குகள்

1. ஒரு பண்பேற்றப்பட்ட அலையின் பெருக வீச்சும், சிறு வீச்சும் மூன்றே 15V, 5V எனாலும், பண்பேற்றத்தையுடைய அடிப்படையில் கூறும். ஊதி அலையின் திறன் 300 வாட்டுகளானால் பண்பேற்றத்திற்குரிய செலியுறு அடுக்கத்தின் யாது?

$$A+B = 15$$

$$A-B = 5$$

$$2A = 20$$

$$A = 10 \text{ வேகப்படுத்துக}$$

$$B = 5 \text{ வேகப்படுத்துக}$$

$$\begin{aligned} \text{பண்பேற்ற ஆழம்} &= \frac{B}{A} \\ &= \frac{5}{10} = 0.5 \end{aligned}$$

$$\text{பண்பேற்ற சதவிகிதம்} = 50$$

$$\text{பக்கப் பட்டைத் திறன்} = \frac{2B}{A} = \frac{1}{2}$$

$$\text{எனவே } \frac{B}{A} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$$

$$\text{பக்கப் பட்டைத் திறன்} = \frac{1}{2} \text{ ஊர்தித் திறன்}$$

$$\frac{1}{4} \times 200 = 50.$$

$$\therefore \text{செவியறு திறன்} = 50 \text{ வாட்டுகள்.}$$

2. பண்பேற்றத்திற்கு முன்பு ஏரியல் மின்னோட்டத்தின் R.M.S. மதிப்பு 12.5 ஆம்பெர்சளும், பண்பேற்றத்தின்போது 14 ஆம்பெர்சளாகும். சிறதவு இல்லா என்று கொண்டு பண்பேற்றத்தை நூற்றின் அடிப்படைவிகிதம் கூறுக.

பண்பேற்றத்திற்கு முன்பும் பின்னும் உள்ள மின்னோட்டத்தின்செக் சீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டினால் குறிப்பிடலாம்.

$$I = I_0 \sqrt{\left[1 + \frac{m\omega^2}{2}\right]}$$

$$14 = 12.5 \sqrt{\left(1 + \frac{m\omega^2}{2}\right)}$$

$$\therefore \frac{ma^2}{2} = \left( \frac{14}{12.8} \right)^2 - 1 = \frac{158}{625}$$

$$ma^2 = \frac{316}{625} = 0.7182$$

$$\begin{aligned} \text{பண்பேற்ற சதவிகிதம்} &= 0.7182 \times 100 \\ &= 71.82\% \end{aligned}$$

3. ஒரு பரப்சி பண்பேற்றம் செய்வப்படாத அலைவரிசையில் 4 KW மின் திறனையும், பண்பேற்றம் செய்வப்பட்ட அலைவரிசையில் 5.2 KW மின் திறனையும் வெளியே செலுத்துகின்றது. பண்பேற்ற சதவிகிதத்தைக் கணக்கிடு.

பண்பேற்றப்பட்ட அலைத்திறனுக்கும், ஊர்தி அலைத்திறனுக்கும் உள்ள தொடர்பு,

$$Pm = Pc \left[ 1 + \frac{ma^2}{2} \right]$$

$$5.2 = 4 \left[ 1 + \frac{ma^2}{2} \right]$$

$$ma^2 = \frac{5.2}{4} - 1 = 0.8$$

$$ma^2 = 0.8$$

$$ma^2 = 0.7748$$

$$\begin{aligned} \text{பண்பேற்ற சதவிகிதம்} &= 0.7748 \times 100 \\ &= 77.48\% \end{aligned}$$

4. ஒரு மொகா கைக்கிள் அடுக்கிலும் 100 வேலாட்டுகள் வீச்சும் உள்ள ஒரு கைஸ் வடிவ மின்னழுத்த அலை, 5 கிலோ கைக்கிள் / விநாடி அடுக்கம் உள்ள மின்னழுத்த அலைமூலம் பண்பேற்றம் செய்வப்படுகின்றது. பண்பேற்ற ஆழம் 100 சதவிகிதமாகும். வேல்பக்கப் பட்டை, கீழ்ப்பக்கப் பட்டைகளின் அடுக்கத்தையும் வீச்சையும் காண்க.

வேல்பக்கப் பட்டையின் அடுக்கம்

$$= W_e + W_m$$

$$= 1 \times 10^6 + 5 \times 10^6$$

$$= 1005 \text{ கிலோகைக்கிள் / விநாடி.}$$



கீழ்ப்பக்கப் பட்டையில்

$$\begin{aligned} \text{அடுக்கம்} &= w_c - w_m \\ &= 10^3 - 5 \times 10^3 \\ &= 995 \text{ கி. கற்றுக்கள் / வினாடி.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ஒய்வொரு பக்கப் பட்டை} &= \frac{m \omega}{2} A \\ \text{வின் விசை} &= \frac{0.5 \times 100}{2} = 25 \text{ வேலாப்ட்} \end{aligned}$$

### வினாக்கள்

1. பண்பெற்றம் என்னும் என்ன ? பண்பெற்றப்பட்ட ஊர்தி மின்னோட்டத்தில் மூன்று பிரிவுகள் உண்டென்று காட்டுக. அதற்குப் பிரிவுகளின் அடுக்கத்தைக் காண்கிடு.
2. ஒற்றச்சிக் பண்பெற்றத்தைப் படத்துடன் விளக்குக.
3. ஒரு டிரயோடு மின்னூழையை எப்படியும் பருப்பானாகப் பயன்படுத்தலாம் என்பதை விவரி.
4. ஒரு கிரீடு கசிவுப் பருப்பானைப் படத்துடன் விவரி.
5. சிறுதுறிப்பு வரைக :

- (a) பண்பெற்றம்.
- (b) பக்கப் பட்டைகள்.
- (c) பருப்பான்கள்.
- (d) படிவப் பருப்பான்.
- (e) டிரயோடு பருப்பான்.

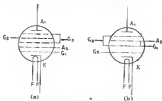
## 11. கலக்கிப் பிரித்தல், இடைநிலை அடுக்கப் பெருக்கி, ஏ.எஃப்.ஸி. (Heterodyning, I. F. Amplifier and A.V.C.)

இத்தற்பகுதியில் ராடார், ரேடியோ ஆகியவற்றில் பயன்படுகின்ற வேறு ஒரு தத்துவத்தைப்பற்றிப் பார்ப்போம். அதுதான் கலக்கிப் பிரித்தல் (super heterodyne principle) ஆகும். இது 1917 ஆம் ஆண்டில் ஆர்ஸ்ட்ராங் (Armenstrong) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இம் முறையில் பரப்பினிலிருந்து வரும் உயர் அடுக்க அலைகளை ஏற்படுத்திக்குதும் அலைவிவற்றி உண்டுபண்ணும் அலைகளுடன் கலக்கிக்கும். இதன் பயனாக இரு வேறு அடுக்கங்கள் கிடைக்கின்றன. ஒன்று அவற்றின் கூட்டுத் தொகையும் மற்றது அவற்றின் வித்தியாசமும் ஆகும். வானவெளி யிலிருந்து வருகின்ற அலைகளின் அடுக்கம்  $f_1$  எனவும், ஏற்பிவி லுள்ள அலைவிவற்றி உண்டுபண்ணும் அலைகளின் அடுக்கம்  $f_2$  எனவும் கொண்டால் இந்த இருவேறு அடுக்கங்கள்  $(f_1 + f_2)$ ,  $(f_1 - f_2)$  ஆகும். இவை இரண்டும் முதலதபகை விவக்கிவிட்டு  $(f_1 - f_2)$  ஐமட்டும் அலைப் பண்ணிவிடக்கி, பெருக்கி ஆகியவற்றில் உபயோகிக்கிவோம். இதில்  $(f_1 - f_2)$  செவிடினாரா அதி வெண்ணுக இருப்பதால் இம் முறைக்கு 'சூப்பர் சாணிக் ஹெட் ரோடடை' என்று தொடக்கத்தில் பெயர் வந்து பிறகு அதுவே 'சூப்பர்ஹெட்' (superhet) என மாறிற்று.

$f_1, f_2$  ஆகிய இரு அடுக்கங்களைபுடைப அலைகளைக் கலக்கும் போது கிடைக்கின்ற வேற்றுமை அடுக்கம்  $(f_1 - f_2)$  இடை அடுக்கம் (intermediate frequency) எனப்படும். இது ஒரு மாநிலி யாகும். இதை நடைமுறையில் 455 கி.கா/வி, 455 கி.கா/வி, 475 கி.கா/வி ஆக வைத்திருக்கிறார்கள். பெரும்பாலான ஏற்பி களில் இரு அடுக்கங்களின் வேறுபாட்டை 455 கி.கா/ வினுடியாக வைத்திருக்கின்றன. அதாவது 3000 கி.கா/வினுடிய அடுக்கமுடைய ரேடியோ அலைகளை வேறகிவெண்ணுமாணும்

ஏற்பியிலுள்ள அலைவியற்றி 8455 கி.கச/மினுடி அலைகளை உற்பத்தி செய்கிறது. இந்த அலைகள் வானவெளியிலிருந்து வரும் அலைகளுடன் கலக்கப்படுகின்றன. அதன் பின்னர் வரும் மீள் சுற்றுகள், மின் குழாய்கள் மூலம் 455 கி.கச/மி அலைகளைப் பண்பிதக்கவும் பெறுக்கவும் தகுந்தவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே, எம்.காச் செயல்களும் திறம்படச் செயல்படுகின்றன. வானவெளியிலிருந்து வருகின்ற அடுக்கம் எதுவாயினும் அது முதல் முதலில் 455 கி.கச/மி அடுக்கத்திற்கு மாற்றப்படுவதே முதலில் நடைபெறுகிறது. மீள்சுற்றுகள், மின் குழாய்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அடுக்க எண்ணைமட்டும் கைவரான வேண்டியிருப்பதால் அவை மிகத்திறமையுடன் செயற்படுகின்றன.

மேலே கூறப்பட்ட இருவகை அலைவுகளையும் ஒன்றாகக் கலக்கி தமக்குத் தேவையான அடுக்க அலைவுகளையும் பிரிக்கின்ற வேலைகளை டெட்ரோடு அல்லது பென்டோடு மின் குழாய் செய்கிறது. இந்த மின் குழாய் அடுக்கு மாற்றிக் குழாய் (frequency changer) என அழைக்கப்படுகிறது. நடைமுறையில் இந்த டெட்ரோடு மின் குழாயின் அமைப்பும் அலைவியற்றியின் டிரயோடு



படம் 11-1

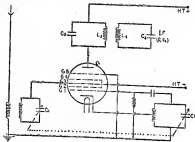
### ஆக்டோடு மின் குழாய்

மின் குழாயின் அமைப்பும் ஒரே மின் குழாயின் அமைத்திருக்கும். அதை ஹெப்டோடு (heptode) என்பர். அங்குமே பென்டோடு மின் குழாய், டிரயோடு மின் குழாய் இவைகளை ஒருங்கே கொண்ட மின் குழாயை ஆக்டோடு (octode) என்பர். படம் 11.1 க் இது மீண்டும் மின் குழாய்களின் அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 11.1 (a) யில் இரு பகுதிகளுக்கும் பொதுவான ஒரு சிபிலிசெண்டு (FF) ஓர் எதிர் மின்வாயும் (K) உள்ளன. ஒரு நேர் மின்வாய் ( $A_1$ ), இரு கிரீடுகள் ( $G_1, G_2$ ) அடங்கிய பகுதி டெட்

ரோடாகவும்,  $A_2$  என்ற கிட்டு வடிவிலுள்ள தேர்மீள்வாய்  $G_1$  என்ற கிட்டு அடக்கிய பகுதி டிரயோடாகவும் செயற்படுகின்றன. படம் 11.1 (b)ல் இரண்டு பகுதிகளுக்கும் பொதுவான ஒரு சிலைவெண்ட் (FF), ஓர் எதிர்மீள்வாய் ( $K$ ), ஒரு கிட்டு ( $G_1$ ) ஆகிய மூன்று வாய்களுள்ளன.  $A_1$  என்ற தேர்மீள்வாய்  $G_1$  கிட்டு  $G_2$   $G_3$  ஆகிய வேறு இரு கிட்டுகளை  $K$  என்ற எதிர்மீள்வாய் அடக்கிய பகுதி பென்டோடாகவும்  $A_2$  என்ற தேர்மீள்வாய்  $G_1$  என்ற கிட்டு  $K$  என்ற எதிர்மீள்வாய் அடக்கிய பகுதி டிரயோடாகவும் தொழிற்படுகின்றன. இனி இத்தக கலக்கிப் பிரிக்கும் மீள்கற்று தொழிற்படுகிற முறையைக் காண்போம்.

படம் 11.2 க் இத்தகையை சுற்றின் அமைப்பு காட்டப் பட்டுள்ளது. மீள்கற்றையில் 5 கிட்டுகளுக்கான  $G_1, G_2$  எதிர்மீள்வாய் ஆகிய மூன்றும் சேர்த்து அலைவியற்றியாகத் தொழிற்படுகின்றன. எலெக்ட்ரான்கள்  $G_2$  வழியாகச் சென்று  $G_3$  யை



படம் 11-2

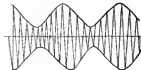
கலக்கிப் பிரிக்கும் மீள்கற்று

வழைக்கின்றன. கிட்டு  $G_2$ க்கு வானவெளியிலிருந்து வரும் அலைகள் ஊட்டப்படுவதாக ஐதாய்வழியே செல்லும் எலெக்ட்ரான்களே இத்த அடுக்கமும் செயற்படுகிறது. அதாவது சுற்றில் காட்டப்பட்டுள்ள ஊர்ட்டில் அலைவியற்றியின் அடுக்கத் தொடு வானவெளியிலிருந்து வரும் அலைகளின் அடுக்கமும் சேருகின்றது. இத்த இரு அடுக்கங்களையும் பெற்ற எலெக்ட்ரான் மீள்கற்றை  $G_2$  என்ற திரைகிட்டு  $G_3$  என்ற அடுக்கு கிட்டு

இவற்றிடையே சென்று நேர்மின்வாயை அடைகிறது. எனவே, நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தில் இந்த அடுக்கங்கள் கலக்கப் படுகின்றன. எனவே, அவற்றின் கூட்டல் தொகை ( $f_1 + f_2$ ) வேறுபாடு ( $f_1 - f_2$ ) ஆகியவற்றுக்கு நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தி னிருக்கும். நேர்மின்வாய்ச் சுற்று 455 கி.கா/வினாடிக்குக் இசைவிகம்படுவதால் ஏற்படின் அலைவியற்றியின் அடுக்கம் பரப்பியிலிருந்து வரும் அலைகளின் அடுக்கங்களைவிட 455 கி.கா/ வினாடி அதிகமாக இருக்குமாறு  $C_2$  என்ற மாறியல் மின்தேக்கியை அமைக்கவேண்டும்.  $C_1$  என்ற ஏரீயலின் மாறியல் மின்தேக்கி யும்  $C_2$  லுடன் ஒரே அச்சில் ஏற்றப்பட்டிருப்பதால் (ganged) ஒரு குமிழைத் திருப்பும்போது இரு மின்தேக்கிகளும் சம அளவில் மாறி இரு அடுக்கங்களின் வித்தியாசம் எத்தனைவிலும் 455 கி.கா/வினாடியாக இருக்குமாறு சீப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதுவே கலக்கிப் பிரித்தலின் தத்துவமாகும்.

இடைநிலை அடுக்கப் பெருக்கி (Intermediate frequency amplifier)

$f_1, f_2$  அடுக்கமுள்ள இரு அலைவுகளின் மிகுமுறையினால் செலுத்தினால் அதன் நேர்மின்வாய்  $A_1$ ல் இரு அடுக்கங்கள் கலக்கக்கின்றன. அவைகளில் ஒன்று ( $f_1 + f_2$ ), மற்றொன்று ( $f_1 - f_2$ ) என்று மாத்தொமயலவா? இவ் விரு அடுக்கங்களிலிருந்து ( $f_1 - f_2$ ) ஐப் பிரித்தெடுக்கவேண்டும். எனவே  $A_1$  என்ற நேர்மின் வாயுடன்  $L_1, C_1$  என்ற இசைவுச் சுற்றை அமைத்து அதை நலக்குவேண்டிய வேறுபாட்டு அடுக்கமாகிய 455 கி.காக்கின் அடுக்கத்திற்கு இசைவிகம்பவேண்டும். எனவே  $L_2$  ல் 455 கி.கா



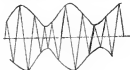
(a)

படம் 11.8

ரேடியோ அடுக்க அலைவுகள்

அடுக்க மின்னழுத்தம் உண்டாகிறது. இந்த மின்னழுத்தம்  $L_1, C_1$  என்ற மற்றொரு இசைவுச் சுற்றிற்கு மாற்றப்படுகிறது. அதுவும் 455 கி.கா. அடுக்கத்திற்கே இசைவிகம்பப்பட்டிருக்கும். ஆகவே,  $L_1, L_2$  இரண்டும் ஒரு மின்னாற்றியாக அமைகின்றன.

எனவே,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  ஆகியவை சேர்த்து ஓர் அமைப்பை இடைநிலை அடுக்க மிகைமாற்றி (intermediate frequency transformer) என அழைக்கிறோம். இவ்வாறு விரிவாக்கப்பட்ட

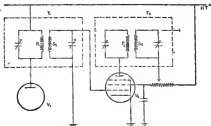


(b)

படம் 11-3

இடைநிலை அடுக்க அலைவுகள்

அலைவுகள் வெளிப்பெசெல்லாமலும் ரேடியோ அடுக்க அலைவுகளால் பாதிக்கப்படாமலும் இருப்பதற்காக இந்த அமைப்பு ஓர் அலை மினியம்பெட்டரின் வைக்கப்பட்டிருக்கும்  $L_1$ ,  $C_1$ க்கு மாற்றப்பட்ட



படம் 11-4

இடைநிலை அடுக்கப் பெருக்கி  
(Intermediate Frequency Amplifier)  
இடைநிலை அடுக்க அலைவுகளை ஒரு மின்முழுவதிலுமே பெருக்கு  
கிறோம். இவ்வாறு பெருக்கும் கருவிக்கு இடைநிலை அடுக்கப்

கலக்கிப் பிரித்தல். இடைநிலை அடுக்கப்பெறுகிற, ஏ.வி.ஸி. 1158

பெருக்கி என்று பெயர். படம் 11.8 (a) ரேடியோ அடுக்க அலைவு வரையும் 11.8 (b) இடைநிலை அடுக்க அலைவுகளையும் 11.4 இடைநிலை அடுக்கப் பெருக்கியையும் காட்டுகின்றன.

$V_1$  என்பது அடுக்கமாதற்கு முடியாகும்.  $V_1$  என்பது இடைநிலை அடுக்கப் பெருக்கித் குழாயாகும்.  $T_1$ ன் துணை இசைவுச் சுற்றை  $S_1$ ய் கிடைக்கும் அலைவுகள் படம் 11.8 (a) க் உள்ளது போல் இருக்கும். இத்தகைய மின்னழுத்தம்  $V_2$  குழாயின் கிட்டுக்குச் செலுத்தப்படுகிறது. அங்கே பெருக்கப்பட்டு  $T_2$  என்ற இடைநிலை அடுக்க மின்மாதற்றிக்குச் செல்கிறது. அதன் துணை இசைவுச் சுற்றிலிருந்து கிடைக்கும் மின்னழுத்த மாறுதல்களைப் பகுப்பானில் செலுத்திச் செலியுது அடுக்க அலைவுகளையும் பிரித்தெடுக்கிறோம்.

எ. வி. ஸி. (Automatic volume control) :

இது கருக்கமமாக A.V.C. என்றும் அழைக்கப்படும். சாதாரணமாக ரேடியோவில் மின்காத்த அலைகள் வானவெளியில் சென்று திரும்பப்பட்டு, ஏற்பினைய (receiving aerial) அடைகின்றன. இவ்வாறு திரும்பப்படும் அலைகளின் வலிமை கூடியும் குறைந்தும் மாறுபடும். எனவே, நிகழ்ச்சிகள் சில சமயங்களில் அதிக மூழ்கி கத்துடனும், சில சமயங்களில் குறைவான மூழ்க் கத்துடனும் கேட்கும். இவ்வாறு ஏற்படுவதைத் தடுக்கவேண்டும். அதாவது வலிமை குறைந்த அலைவுகளின் வலிமையைக் கூட்டவும், வலிமை கூடிய அலைவுகளின் வலிமையைக் குறைக்கவும் செய்து தமக்குக் கிடைக்கின்ற அலைவுகளின் வலிமையை ஒரே சீரான நிலையில் ஒரு மின்காற்று வைக்கிறது. அச் சுற்று தானாகவே இயக்கி அலைவுகளின் வலிமையைக் கட்டுப்படுத்துவதாக அதற்கு ஏ. வி. ஸி. சுற்று என்று பெயர். இத்தக் கோட்பாடு A.V.C. எனப்படும்.

### வினாக்கள்

1. ஒரு கலக்கிப் பிரித்தல் சுற்று தொழிற்படும் விதத்தை விவரி. இத்தகைய சுற்றின் உணர்வு துட்டம், பொதுக்கு திறன் ஆகியவற்றை விளக்குக.
2. ஒரு கலக்கிப் பிரித்தல் சுற்றின் படம் வரைத்து, அதன் ஒவ்வொரு பகுதியும் தொழிற்படும் முறையை விளக்குக.
3. இடைநிலை அடுக்கம் என்பதைப்பற்றி நீ அறிவது யாது?

4. வரையறுக்க:

- (i) உணர்வு துட்பம் (sensitivity).
- (ii) பொறுக்கு திறன் (selectivity).
- (iii) ஒத்திசைவு (fidelity)

5. ஒரு கலக்கிடு மீசித்தல் சுற்றில் உணர்வு துட்பத்தையும் பொறுக்கு திறனையும் எவ்வாறு துல்லியமாக அளக்கலாம்?

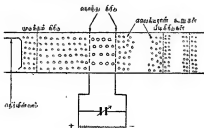
6. A. V. C. என்பதைப்பற்றி நீ அறிவது யாது?



## 12. கிளைஸ்ட்ரான், மாக்னெட்ரான் மின்குழாய்கள் (Klystron, Magnetron tubes)

கிளைஸ்ட்ரான் மின்குழாய் :

கிளைஸ்ட்ரான் மின்குழாய் எலெக்ட்ரான் கற்றையின் திசை வேகப் பண்பேற்றம் (velocity modulation) என்ற தத்துவத்தைச் சார்ந்திருக்கிறது. சிஃப்ளக்ஸ் கிளைஸ்ட்ரான் (reflex klystron) என்ற மின்குழாயும் இதே தத்துவத்தை ஒட்டித் தொழிற்படுகின்றது. படம் 12.1ஐக் கவனிக்கவும்.

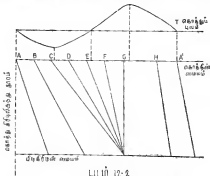


படம் 12.1

சிஃப்ளக்ஸ் கிளைஸ்ட்ரான்

இதில் எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்திசையிலும் வெளியிடப் படுகின்றன; கிசுகனும் ஒரே சீராக ஸ்டுக்கப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரான்கள் கிரிடைவிட்டு ஒரே சீரான வேகத்தில் தாண்டுக

சென்ற சிறகு வேறு இரு தொகுக்கமான கிரிடுகள் வழியே செல்லுகின்றன. இந்த இரு கிரிடுகளுக்குக் 'கொத்து கிரிடுகள்' (buncher grids) என்று பெயர். ஒவ்வொரு கொத்துகிரிடுமும் ஓர் இசைவுச் சுற்றில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இசைவுச் சுற்றுகளும் கொத்து கிரிடுகளும் மூடுக்குக் கிரிடைடப்போன்று ஒரே மின்னழுத்தத்தில் உள்ளன. இசைவுச் சுற்றில் தொழிற்படுகின்ற மாறுதலை மின்னழுத்தம் எலெக்ட்ரான்களின் திசைவேகத்தில் மாறுதல்களை உண்டாக்குகிறது. இந்தத் திசைவேகத்தில் ஏற்படுகின்ற மாறுதல் ஆர்பொருளின் மாறுதலை மின்னழுத்தத்தைப்



எலெக்ட்ரான்களின் திசைவேகக் கோடுகள்

பொறுத்துள்ளது. மாறுதலை மின்னழுத்தம் சுழியாக இருக்கும் பொழுது ஓர் எலெக்ட்ரான் கொத்து கிரிடுகளின் கையத்ததைக் கடந்து செல்லுமாறும் அதன் திசை வேகத்தில் எந்த மாறுதலும் ஏற்படுவதில்லை. படம் 12.2-ல் எலெக்ட்ரான்களின் இருப்பிடத்திலும் தொத்திருமான வளைவுகோடுகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

இந்தக் கோடுகளின் வட்டம் எலெக்ட்ரான்களின் திசை வேகத்தை குறிக்கிறது. மின்னழுத்தம் சுழியாக இருக்கின்ற தொத்திரு மூன்னதாக (படத்தில் C, D என்ற புள்ளிகள்) கொத்து கிரிடுகளின் கையத்தின் வழியாகச் செல்லுகின்ற எலெக்ட்ரான்களின் திசைவேகம் குறையும். ஏனெனில் கொத்து



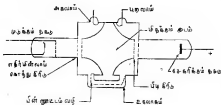
எலெக்ட்ரான்களின் இயக்க ஆற்றல்  $\frac{1}{2}mv^2$  ஆகும். இதில்  $m$  என்பது எலெக்ட்ரான்களின் நிறைவையும்,  $V$  என்பது திசைவேகத்தையும் குறிக்கும். திசைவேகம் குறைவதால் எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் குறைகிறது. எனவே, ஆற்றலின் ஒரு பகுதி புலத்திற்கு மாற்றப்பட்டிருக்கவேண்டும். இதே மாதிரி எலெக்ட்ரான்களின் திசைவேகம் அதிகரிக்கும்போது அவை முத்திரிந்து ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கவேண்டும். பிடிக்கிடுகளுக்கு ஆற்றலைக் கொடுத்த பிறகு எலெக்ட்ரான்களின் திசைவேகம் வெகுவாகக் குறைகிறது. பிடிக்கிடுகளைத் தாண்டிய பிறகு எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்னழுத்தமுடைய ஒரு சேலிக்கும் நகர்ட்டால் அகற்றப்படுகின்றன (படம் 12.8b). இதுவே கிளைஸ்ட்ரான் வேலை செய்யும் தத்துவமாகும்.

படம் 12.8 ப் கிளைஸ்ட்ரானின் அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. 'திசை வேகப் பண்பேற்றத்' தத்துவமே இதன் தத்துவமாகும்.

பிடிக்கிடுகள் வெளிவரு மின்னழுத்தம் கொத்துகிரிடுக்குத் திறம்பவும் சரியான கட்டத்தில் அளிக்கப்பட்டால் கிளைஸ்ட்ரான் மிகுந்தால் ஓர் அலைவியற்றியாகச் செயற்படுகிறது. இதற்கு எலெக்ட்ரான்களைக் கொத்தாக உருவாக்குவதற்குத் தேவையான ஆற்றல் அவை பிடிக்கிடுக்குக் கொடுக்கின்ற ஆற்றலைவிடக் குறைவாக இருக்கவேண்டும். கொத்து கிரிடு வழியே எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு கற்றையாகச் செல்லுவதாலும் பிடிக்கிடுவழியே அவை சிறு சிறு கூட்டங்களாகச் செல்லுவதாலும் இது சாத்தியமாகிறது. எனவே, கிளைஸ்ட்ரான் மிக் குழாயின் அடிப்படைத் தத்துவம் திசைவேகப் பண்பேற்றமே ஆகும்.

கொத்து கிரிடுகளைத் தொடர்ச்சியான எலெக்ட்ரான் கற்றைகள் நெருங்குகின்றன; அவை மாறுதிசை மிக்புலங்களின் விரிவுகளை ஏற்கின்றன. எனவே, ஓர் அளவுச் சுற்றில் மூடுக்கம்பமும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும், அடுத்த அளவுச் சுற்றில் எதிர்மூடுக்கம்பமும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் சமமாகும். இவ்வாறு எலெக்ட்ரான் கருக்கும், கொத்து கிரிடுக்கும் எவ்வித ஆற்றல் மாற்றமும் நிகழ்வதில்லை. மேலும், கொத்து கிரிடுவிற்குத் வெளிவரும் ஆற்றல் எடுக்கப்பட்டபோதிலும் பிடிக்கிடு கொத்து கிரிடுக்கு ஆற்றலை அளிப்பதால் மின்னதன் ஆற்றல் குறைவதில்லை. மேலும் ஒவ்வொரு சுற்றிலும் பிடிக்கிடு கொத்து கிரிடுக்கு அளிக்கவேண்டிய ஆற்றலைத் தேவையான அளவு பெறுகின்றது.

கிரேஸ்ட்ரான் மின்னூழாயிகளைப் பெருக்கியாகவோ, ஆலை விவற்றியாகவோ, கலக்கியாகவோ உபயோகிக்கலாம். மிக உயர்ந்த அடுக்கங்களில் தொழிற்படும்போது ஒத்ததிர்வுச் சுற்றுகள் ஒத்ததிர்வு உட்ஞழிவுகளாகச் (resonant cavity) செயற்



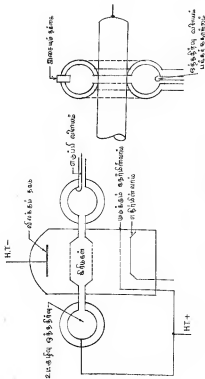
படம் 12.4

### ஒத்ததிர்வு உட்ஞழிவுகள்

படுகிறது. ஏனெனில் கிரீடுகள் உட்ஞழியின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஒத்ததிர்வு உட்ஞழிவுகள் சித்யவை; ஆனால், தாத்திய உயர்ந்தவை. இத்தகைய உட்ஞழியின் படம் 12.4 க் காட்டப்பட்டுள்ளது.

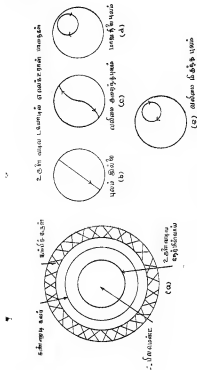
இத்தகைய கிரேஸ்ட்ரான்கள் ஆலைவியற்றிகளாக அதுவும் குறிப்பாக மிக உயர்ந்த அடுக்கங்களில் பயன்படுகின்றன. கிரீடுகளில் கிரேஸ்ட்ரான்களில் ஒரே இரட்டை கிரீடு கொத்து கிரீடாகவும், மிகுகிரீடாகவும் பயன்படுகின்றன. தேர் மின்னழுத்தம் உடைய கோரிக்கும் தகடுகளுக்கும் பதிலாக மிக அதிக எதிர் மின்னழுத்தமுள்ள மின்னகத் தகடு (repellerelectrode) பயன்படுகிறது.

மின்னகத் தகட்டின் எதிர்மின்னழுத்தத்தைத் தக்கவடிவிலேயே கொத்துகிரீடுகளைத் தாண்டிச் சென்ற எலெக்ட்ரான்கள் மீண்டும் திரும்பிவந்து சரியான வட்டத்தில் ஆற்றலை மீள்கற்றிற்றுக் கொடுக்கும்படி செயல்படுகின்றன. இம் முறைக்குப் பின்னாட்டம் (feed back) என்று பெயர். ஆற்றலை இழந்த எலெக்ட்ரான்கள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. மீள் கற்றலிற்று ஆற்றலை வேண்டிய அளவு பெற்றுக்கொள்ளலாம்.



படம் 12.5  
வானொலி சுருள் குழியம் அமைப்பு

மாக்னெட்ரான் (Magnetron) :



பக்கம் 183  
மாக்னெட்ரான்

மின் குழாய்க்குள் எலெக்ட்ரான்கள் தொழிற்படும் குறைவைப் படங்கள் 12.6 (a), (b), (c), (d), (e) மூலம் உணரலாம். படம் 12.6 (a) ஷாக்னெட்ரானின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது.

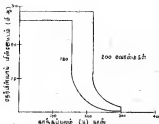
ஷாக்னெட்ரான் முதன் முதலில் 1926-ல் ஹல் (Hall) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது உருளை வடிவமான டயோடு குழாயாக இருந்தது. உருளையின் அச்சம் எதிர்மின்வாய் பொருத்தியுள்ளது. எதிர்மின்வாயைச் சுற்றி உருளை வடிவத்தில் நேர்மின்வாய் உள்ளது. இந்த உருளையின் அச்சக்கு இரண்டாக ஒரு சீரான காத்தப்புலம் செயற்படுகிறது. தொடக்கத்தில் டயோடு மின் குழாயைச் சுற்றி ஒரு வரிச்சுருளை (solenoid) வைத்துக் காத்தப் புலத்தை உண்டாக்கினர்.

நேர்மின்வாய் நேர்மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. 12.6 ல் உள்ள படங்களில் டயோடின் கிடைமட்டத் தோற்றம் காணிக்கப்பட்டுள்ளது. காத்தப் புலம் இவ்வாதபொழுது எலெக்ட்ரான்கள் மின்புல வலிமையினால் வேகமாகச் செல்லும். வலிமை குறைந்த காத்தப் புலத்தைக் கொடுக்கும்பொழுது எலெக்ட்ரான்கள் விலக்கப்படும். இந்த விலக்கும் விளை காத்தப் புலத்தின் விளைக்கும் எலெக்ட்ரான்கள் ஓடும் திசைக்கும் செங்குத்துத் தளத்தில் இருக்கும். பிளமியங்கின் (Flaming) இடக்கை விதிப்படி இந்த விலக்கவிளை ஒரு வட்ட இயக்கத்தை (circular motion)த் தோற்றுவிக்கவேண்டும். எனவே, எலெக்ட்ரான்கள் வட்டப் பகுதிகளில் பிளமெண்டுக்குச் செல்ல ஆரம்பிக்கின்றன. காத்தப்புலத்தின் வலிமையை அதிகரிக்கும்பொழுது இந்த வட்டப்பாதையின் ஆரம் குறைகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட புல வலிமையில் எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாயைச் சென்றடைவாய் அரைத் தொட்டுக்கொண்டு வட்டப்பாதையில் செல்லும். காத்தப்புல வலிமையை மேலும் அதிகரிக்கும்பொழுது இந்தப் பாதைகளின் ஆரங்கள் மேலும் குறையும். இவையே படம் 12.6 (b), (c), (d), (e)-ல் விளக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

கொள்கையின்படி குறிப்பிட்ட நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத் திசு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுவரை காத்தப்புலம் அதிகரிக்கும் பொழுது நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் நிலையாக இருக்கவேண்டும். மாறுநிலை மின்புலத்தில் (anode grid) நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் திடீரென்று குறைகிறது. கொள்கையின்படி இந்த மின்னோட்டம் திடீரென்று சுழியாகவேண்டும். ஆனால், நடப்பில் அப்படி ஆவதில்லை. படம் 12.7-ல் காட்டியபடியே மின்னோட்டம் வரிவடிவமாக குறிக்கப்படுகிறது. இதற்கு அநேக காரணங்கள் உள்ளன. உதாரணமாக, பிளமெண்டை விட்டு வெளியேறும்



பொழுது எவெக்ட்ரான்களின் திசைவேகம் வெகுவேறு ஆனவி  
கிடுக்கிறது. மேலும் தேர்மின்வாயைச் சென்றடையும்பொழுதும்  
எவெக்ட்ரான்களின் திசைவேகம் வெகுவேறு ஆனவிடுக்கிறது.  
மேலும் காத்தல்புலம் தேர்மின்வாயின் தீளம் மூலமுதிலும் ஒரே  
சீராக இருப்பதில்லை. தேர்மின்வாயின் முனைகளிலிருந்து எவெக்ட்  
ரான்கள் போய்க்கொண்டே இருக்கின்றன. படம் 12.7-லிருந்து  
டயோடிக் தேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தைக் காத்தல் புலத்தைக்  
கொண்டு கட்டுப்படுத்தலாம் என்பது புலனாகின்றது. டயோடிக்  
மின்னூழாயில் எப்படி கிட்டு மின்னோட்டம் தேர்மின்வாய்  
மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறதோ, அதேபோல டயோடிக்  
காத்தல்புலம் தேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்து  
கிறது. இந்தத் தத்துவத்தான் முதல் மாக்னெட்ரான் அலைவியற்றி  
யில் பயன்படுத்தப்பட்டது. ஆனால், அப்பொழுது குறைந்த  
அளவுக் அலைவுகளையே உண்டாக்க முடிந்தது. நவீன மாக்  
னெட்ரான்களின், நிலையான காத்தல் புலத்தைப் பயன்படுத்தி  
தேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தின் திசையைக் கட்டுப்படுத்து  
கின்றனர்.



படம் 12.7

மாக்னெட்ரானின் நிலையான தனிப்பண்புகள்

- படம் 12.7-ல் இத்தகைய மின்னூழாயின் நிலையியல் தனிப் பண்புகள் (static characteristics) காட்டப்பட்டுள்ளன.

1924 வரையில் மாக்னெட்ரான் அலைவியற்றி அய்வுகளவு  
கிலிவாகப் பயன்படுத்தப்படவில்லை. 1929-ல் மாக்னெட்ரானில்  
கிறந்த மாற்றங்கள் செய்யப்பட்டன. தேர்மின்வாய் இரண்டு  
அகிலது மேற்பட்ட பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு அப் பகுதிகள்

இடைவெளியிட்டு அமைக்கப்பட்டன. இரண்டாம் பிரிக்கப் பட்ட தேர்மீன்வாய் மாக்னெட்ரான்கள் (split anode magnetron) அதிக அளவில் உபயோகத்திற்கு வந்தன. இப்படி தேர்மீன்வாய் களைப் பிரித்தாய்தான் மிக அதிக அளிக்க அலைவுகளை (ultra high frequency) உற்பத்தி செய்ய முடிந்தது. நவீன பிரிக்கப்பட்ட தேர்மீன்வாய் மாக்னெட்ரானைப்பற்றித் தெரிந்து கொள்வதற்கு மூன்று எலக்ட்ரானின் ஊட்ட இயக்கத்தைப் பற்றிக் கணித வாய் வாகச் சிறிது பாசீப்போம்.

ஒருகின்ற எலக்ட்ரான் ஒரு மின்னூட்டத்தை உருவாக்கு கின்றது.  $e$  மின்னூட்டம் உடைய எலக்ட்ரான் ஒரு காந்தப் புலத்தில்  $r$  திசையேகத்துடன் செல்லும்பொழுது அதன்மேல் செயல்படுகின்ற விசை  $F = Hev$  என்ற சமன்பாட்டில் பெறப்படும். இங்கு  $H$  என்பது காந்தப்புலத்தைக் குறிக்கும். ஸ்பினியல்மீன் விதிப்படி இந்த விசை எலக்ட்ரான் நகருகின்ற திசைக்கும் காந்தப்புலத்தின் திசைக்கும் செங்குத்தாகச் செயல்படுகின்றது. எனவே, படம் 12-6-ல் காட்டியபடி ஊட்ட இயக்கம் உண்டா கின்றது.

காந்தப்புலத்தினால் எலக்ட்ரானின் திசையேகம் மாறுவதில்லை. அது மின்புலத்தினால் திர்ணயிக்கப்படுகின்றது. எலக்ட்ரானின் இயக்க ஆற்றல் (kinetic energy) மின்புலத்தினால் செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமமாகும். எனவே,  $\frac{1}{2}mv^2 = eV_0$  ... (1) இங்கு ' $m$ ' எலக்ட்ரானின் நிறைவையும்,  $V_0$  மின்புலத்தின் மின்னழுத்த பேதத்தையும் குறிக்கின்றன. ஸ்பினமெண்டுக்கும் அதைச் சுற்றி உருளைவடிவிலுள்ள தேர்மீன்வாய்க்கும் இடையில் மின்புலம் ஸ்பினமெண்டுக்குட்குடில் வலிமை மிக்கதாயும் மற்ற இடங்களில் மிகவும் வலிமை குறைத்தும் உள்ளது. தோராயமாக மூன்று மின்னழுத்த பேதமும் ஸ்பினமெண்டுக்கு அருகிலேயே திகழ்வதாகவும் அதற்கப்பால் எலக்ட்ரான்கள் தீவிரமான திசை வேகம்  $v$  டுடன் செய்வதாகவும் நாம் கொள்ளலாம். இந்த தீவிரமில் காந்தப்புலம் எலக்ட்ரான்களை ஊட்ட இயக்கப் பாதையில் செலுத்துகின்றது. இந்த ஊட்டத்தின் ஆரம்  $r$  என்று கொண்டால்

$$\frac{mv^2}{r} = Hev$$

$$r = \frac{mv}{He} = \frac{1}{H} \sqrt{\frac{2mV_0}{e}} \dots \dots (2)$$

$$\text{அல்லது } r = \frac{\sqrt{V_0}}{H} \dots \dots (3)$$

அலைவு நேரம்  $T$  எனக்கொண்டால்

$$2\pi r = vT, \therefore T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{h\nu} \quad \dots \quad (4)$$

மேலும் இரண்டாவது சமன்பாட்டிலிருந்து

$$H = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{8\pi m}{e}}$$

$H$  ன் மாறுநிலை மதிப்பு ஏறக்குறைய

$$H = \frac{\sqrt{18g} V_0}{d} \quad \text{என்ற சமன்பாட்டினால் பெறப்படுகிறது.}$$

இங்கு  $V_0$  என்பது நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தையும்  $d$  என்பது அதன் விட்டத்தையும் குறிக்கும்.

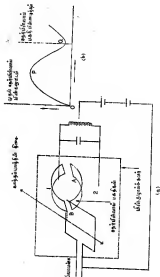
தனியே பிரிக்கப்பட்ட நேர்மின்வாய் மாக்னெட்ரான்:

1. படம் 12 B இதைக் குறிக்கிறது.

வரிசைகளுக்குப் பதிலாகத் தற்போது காத்தம்புலம் மின் காத்தத்திலிருந்து (electro-magnet) பெறப்படுகிறது. சிந்தனை சமயங்களில் நிலைத்த காத்தங்களும் பயன்படுகின்றன. தகுந்த நிலைகளில் மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள மாக்னெட்ரான் சுற்று 100 கிலோ ஹெர்ட்சு / வினாடி (3000 மீட்டர்சு) 30,000 மெகா ஹெர்ட்சு / வினாடி (ஒரு சென்டி மீட்டர்) வரை கொடுக்கிறது. பொதுவாக 30,000 கிலோ ஹெர்ட்சுகளுக்குக் கீழே ஒரு பகுதியாகவும் 500 கிலோ ஹெர்ட்சுகளுக்கு மேலே ஒரு பகுதியாகவும் இதைப் பிரிப்பது உண்டு. முந்தையது டைனாட்ரான் அலைவுகள் (dynatron oscillations) என்றும் பிந்தையது எலெக்ட்ரானிக் அலைவு ஒத்தியைவு அலைவுகள் (electronic or resonance oscillations) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த இரண்டு அடுக்கங்கள்கிடையே நடைமுறையில்  $\pi$  ஓக்கிப்பத்துவாய் வாய்ந்த நடுநிலை அடுக்கங்கள் (intermediate frequencies) என்பனவும் உண்டு. இந்த அலைவுகளுக்கெல்லாம் எதிர்மின் தடை (negative resistance) காரணமாகும்.

படம் 12 B ஒரு பிரிக்கப்பட்ட நேர்மின்வாய் மாக்னெட்ரானின் திரிபியல் தனிப்பண்புகளைக் காட்டுகிறது. ஒரு நேர் மின்வாய் பகுதி (இரண்டாவது பகுதி எனக்) திரிபியான மின்னழுத்தத்தில் வைக்கப்படுகின்றன, காத்தப் புரத்தின் வரிசை

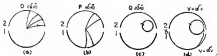
மாறுதலை மதிப்பாய்வு அதிகமாக இருக்கும்படி வைக்கப் படுகின்றது. தேர்வின்வாய் மூதல் பகுதியின் பின்னழுத்தத்தை மாற்றி தேர்வின்மேட்டத்தை அளத்தால் படத்தில் உள்ளது போன்று வரையடம் கிடைக்கும்.



மேல் 12.8  
தேர்வின்வாய் மூதல் மூலம்

மேல் தேர்வின்வாயின் பின்னழுத்தம் குறைவாக இருக்கும் போது வெகுநேரம் எலெக்ட்ரான்களை அளந்தே தேர்வின்வாய் மூதல் கிடைக்காது. மேல் 12.8 (a) க் காட்டியபடி அதிக எலெக்ட்ரான்கள் மற்ற தேர்வின்வாய்களுக்குச் செல்லுகின்றன.

மீள்னழுத்தம் அதிகரிக்கும்பொழுது அதிக எலெக்ட்ரான்கள் கவரப்படுகின்றன. (வகைகோட்டில்  $P$  என்ற புள்ளி இதைக் குறிக்கிறது.) தேர்மீள்வாயின் இருபுறப் பகுதிகளிலும் மீள்னழுத்தம் சமமாக இருக்கும்பொழுது எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு



படம் 12.9

மாக்னெட்ரானில் எலெக்ட்ரான்களின் ஓட்டம்

பகுதிகளும் செல்லாமல் ஒரு வட்டப்பாதையில் செல்லுகின்றன. ஏனெனில் இப்பொழுது மாறுநிலை காந்தப்புலம் முழுமைவாகச் செயல்படுகிறது (படம் 12.9 c). இந்த நிலை, வகைகோட்டில்  $Q$  என்ற புள்ளியாகும். வகைகோட்டில்  $PQ$  என்ற பகுதி எதிர் மீள்தடையைக் குறிக்கிறது. நன்றி இரவு சுற்றை (push pull) தேர்மீள்வாயின் இரு பகுதிகளுடன் இணைத்து எதிர்மீள் தடையை உபயோகித்து மின் சுற்றுக்கு ஆற்றலிக் கொடுக்கலாம்.

இந்தச் சுற்றில் அலைவுகளைத் தொடர்ச்சியாகப் பெறும் முறையை விஞ்ஞானிகள் விவரித்துள்ளனர். சிபிஎம்என்டிக்குத் தின்புலம் ஆரத்தின் வழியே செயற்படுகிறது. இரண்டு தேர் மீள்வாய்ப் பகுதிகளும் ஒரே மீள்னழுத்தப் பேதத்தில் இருக்கும் பொழுது மீள்புலம் சமச்சீர் (symmetrical) உடையதாகிறது. ஓர் அலைவு ஆரம்பிக்கும்பொழுது தேர்மீள்வாய்ப் பகுதிகளின் மீள்னழுத்தங்கள்  $(V + \delta v)$ ,  $(V - \delta v)$  ஆக இருக்கின்றன. இரண்டு தேர்மீள்வாய்ப் பகுதிகளும் வெவ்வேறு மீள்னழுத்தப் பேதங்களில் இருப்பதால் அவற்றுக்கிடையே ஒரு புது மீள் புலம் உண்டாகிறது. இது பதனடி மீள்புலத்துடன் ஒன்று படுகிறது. இதனால் மீள்புலம் உருக்குலைகிறது (distorts). இந்த உருக்குலைவு  $A B$  என்ற இடைவெளிகளில் மிக அதிகமாக உள்ளது.  $A$  க்கு அருகே வரும் எலெக்ட்ரான்  $A$  விலும் விலக்கப் பட்டுக் குறைந்த மீள்னழுத்தமுடைய தேர்மீள்வாய்ப் பகுதியைத் தேர்ச்சிச் செல்கிறது. இதே மாதிரி புலத்தின் உருக்குலைவைப் பொறுத்து அதிக மீள்னழுத்தமுடைய பகுதிக்குகே இருந்த

எலெக்ட்ரான் தன்னுடைய பாதையில் உட்சத்தியிலிருக்கும்போது விலக்கமடைந்து மேலும் விலகிச் செல்கிறது.

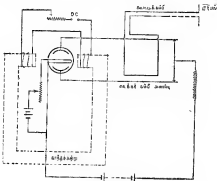
உண்டாக்கப்பட்ட அடுக்கம் மின்னழுத்தம் இணைக்கப் பட்டுள்ள இசைவுச் சுற்றின் இயந்தகமான அடுக்கத்தைப் பொறுத்தே அமைவும் என்பதே டைனட்ரான் அலைவுகளின் முக்கியப் பண்பாகும்.

மாக்னெட்ரான் அதிக அளவு அடுக்கங்களில் வேலைசெய்தாலும் 75 செ.மீ. அளவு அதற்கு குறைந்த அலைநீளங்களுக்கும் சமமான அடுக்கங்களில் வேலைசெய்யும்பொழுது குறிப்பிட்ட தேர்மிக்வாய் மின்னழுத்தத்தில் அந்த அமைப்பு மின்சாரத் துலத்தின் வரிசையைப் பொறுத்தே அமைகிறது. குறிப்பிட்ட தேர்மிக்வாய் மின்னழுத்தத்தில் காத்தல்புலத்தை மெதுவாக அதிகரிக்கும்பொழுது அலைவுகளில் வீசுகள் சில அடுக்கங்களில் மிக அதிகமாகவும் மற்றவற்றில் குறைந்தும் இருக்கிறது.

குறிப்பிட்ட தேர்மிக்வாய் மின்னழுத்தம்  $V$ , காத்தல்புலம்  $H$  ஆகியவற்றில் சில அடுக்கத்தில் சுற்று தன்னை அலைவறுகிறது. அதாவது அடுக்கம்  $f = K \cdot \frac{V}{H}$ , இங்கு  $K$  என்பது ஒரு மாறிலியாகும்.

சமீபத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள மாக்னெட்ரான்களில் தேர்மிக்வாய் இரு பகுதிகளுக்கும் பதிலாக தானே பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் இந்தக் குழாய்கள் ஆர்கான் போன்ற வாயுக்களாக நிரப்பப்பட்டுள்ளன. எலெக்ட்ரான்கள் வட்டப்பாதையில் செல்வதற்குப் பதிலாகச் சுருளில் (spiral) பாதையிலும் ஹெலிகல் (helical) பாதையிலும் செல்லுகின்றன. மேலும் காத்தல்புலம் அச்சுக்கீணமாக இருப்பதற்குப் பதிலாக ஒரு சாய்வான திசையிலும் செலுத்தப்படுகிறது. படம் 12.10 ஒரு முழுமைமான மாக்னெட்ரான் சுற்றைக் காண்பிக்கிறது. இதை உபயோகித்து எந்த அடுக்க அலைகளை வேண்டுமானாலும் உற்பத்திசெய்யலாம். தேர்மிக்வாய் பகுதிகள் ஒரு வெறுர் கம்பி அமைப்புடன் (lecher wire system) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. வெறுர் கம்பி ஓர் உயர்அடுக்கச் சோக்ரூடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. குறைந்த அடுக்கக்களை உற்பத்திசெய்ய வெறுர் கம்பிச் சுற்றுக்குப் பதிலாக ஓர் இசைவுச் சுற்றை இணைக்க வேண்டும். தற்காலத்தில் ஒத்திசைவு உட்குழிவு மாக்னெட்ரான்கள் (resonance cavity magnetrons) உபயோகத்துக்கு வந்துள்ளன. இவை உயர் கடத்திப் பொருள்களாக ஆனவை. இவற்றுக்கு

மீள்காத்த ஆற்றலைக் கொடுக்கவோ அவற்றிலிருந்து எடுக்கவோ முடியும். தேர்மீள்வாய் ஒரு கனகான செப்பு உருவியாக ஆனது. இதில் ஆரங்களின் நினைவில் இடைவெளிகளும் உருவ வடிவில் துளையங்களும் தேர்மீள்வாய்க்கும் எதிர்ப்பின்



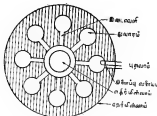
படம் 12.10  
மாக்னெட்ரான் சுற்று

வாய்க்கும் இடைவெளி உண்டாகும். இடைவெளி துவளும் பகுதிக்கு உட்குழிவு என்று பெயர். இவற்றின் அமைப்பு படம் 12.11க் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

இந்த உட்குழிவுகள் ஒத்திசைவுச் சுற்றுகளாகத் தொழிற் படுகின்றன. இடைவெளிகள் (slots) மீள்தேக்கிகளாகவும், துளையங்கள் (holes) மீள்நிலைமங்களாகவும் தொழிற்படுகின்றன. காத்திப்பும் செயற்படும்பொழுது தேர்மீள்வாயின் ஒரு நினை மின்னழுத்தத்தில் எலெக்ட்ரான் வட்டப்பாதையில் செல்லுகிறது. எலெக்ட்ரான்கள் கூட்டம் கூட்டமாக ஒத்ததிர்வின் (resonator) இடைவெளிகளைக் கடந்து செல்லுகின்றன. அப்படிச் செல்லும் போது ஒத்ததிர்வுக்கு ஆற்றலைக் கொடுக்கின்றன. இந்த இடை வெளிகளை ஒன்றில் ஒரு கம்பியாவான கம்பியும் வைக்கப் பட்டுள்ளது. இதன் வழியாக ஆற்றல் வெளியேற்றப்படுகிறது.

இந்த உட்குழிகள் உபயோகித்து 2,500 மெகா ஸைக்கிள்/வினாடி அலைவுகளை உண்டாக்கலாம்.

கிளைட்டரின் அலைவியற்றி, மாக்னெட்ரான் அலைவியற்றி ஆகியவை கனகரோ அலைகள் அலைவியற்றிகளாகும். அதிக அடுக்கங்களில் சாதாரண மின்னூழாய்கள் அளவளவாகப் பயன்



படம் 12.11

மாக்னெட்ரான் உட்குழிவுகள்

படுவதில்லை. ஏனெனில், அதிக அடுக்கங்களில் ஆகமின் தேக்கங்களும், ஆகமின் திரவங்களும் (internal capacitances and internal inductances) இடைபூது விளைவிக்கின்றன. மேலும், எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு மின்வாயிலிருந்து வேறொரு மின்வாய்க்குச் செல்லுகின்ற நேரமும் ஆற்றலை வீணாக்குகிறது. மேலும், 30 உயர்த்த அடுக்கங்களில் மின்னூழாயின் பரிமாணம், அத்துடன் சேர்த்த சுற்றுகளின் பரிமாணம் ஆகியவை அலைகளின் நீளத்திற்கு ஒப்பாகின்றன. எனவே, இவைகளும் ஆற்றலை வீணாக்கமாகக் காரணமாகின்றன. அக்காரன் (acorn), கலங்கரைவினக்கம் (light house) மின்னூழாய்கள் 800 மெகா ஸைக்கிள் / வினாடி விரிந்து 2000 மெகா ஸைக்கிள் / வினாடிவரை நன்றாகத் தொழிற்படுகின்றன, கனகரோ அலைப்பகுதியில் 2000 மெகா ஸைக்கிள் / வினாடிவிரிந்து 30,000 மெகாஸைக்கிள் / வினாடி வரை (30 கிரேஸ்லர் ஸைக்கிள்கள் வரை) அடுக்கங்கள் உள்ள அலைவுகளை உற்பத்திசெய்யப் புதுவகை மின்னூழாய்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவைகளில் கிளைட்டரான்களும், மாக்னெட்ரான்களும் சிறந்தவையாகும்.



### வினாக்கள்

1. ஒரு கிளைஸ்ட்ரான் மின்துழாயில் வழக்கமான மின்னூட்ட முறைமைப் பின்பற்றி கெடு உயர் அடுக்கங்களை உண்டாக்குவதில் உள்ள இன்னங்களை விவரி. ஒரு படத்தில் உதவிகொண்டு ஒரு மாக்னெட்ரான் மின்துழாயில் ஆற்றல் எவ்வாறு உண்டாக்கப்படுகிறது என்பதை விளக்குக.
2. கடக்கும் காலம் (transit time) என்பதை விளக்குக. ஒரு சாதாரண மின்துழாயில் இத்தக் கடக்கும் காலவிளைவை எவ்வாறு நீக்கலாம்?
3. பொதுவாக டிராயோடு மின்துழாய்களில் ஒரு மின்துடிக்கு 8000 மெகா சைக்கிள்கள் அடுக்கக்கூடியுடைய அலைவுகளை ஏன் உற்பத்தி செய்வதற்குவாது என்பதை விவரிக்க. ரிஃப்ளக்ஸ் (reflex) கிளைஸ்ட்ரானின் படம் வரைந்து அது தொழிற்படும் விதத்தையும் அதில் ஈலெக்ட்ரான்கள் சுற்றைகளாகச் (bunches) சேரும் விதத்தையும் விவரிக்க.
4. கடக்கும் காலம் என்பதை விளக்குக. வழக்கமான அலைவிவற்றிச் சுற்றுகள் ஏன் மைக்ரோ அலைகளை உற்பத்தி செய்வது பயன்படா என்பதை விளக்குக.
5. ஒரு ரிஃப்ளக்ஸ் கிளைஸ்ட்ரானின் அலைவது ஒரு உட்குழிவு மாக்னெட்ரானின் பாகங்களை விவரித்து அவை தொழிற்படும் முறையை விளக்குக.
6. ஒரு மாக்னெட்ரானை விவரிக்க. அதை ஒர் உயரடுக்க இயந்திரங்களும், உயர் திறனுடைய அலைவிவற்றியங்களும் எவ்வாறு பயன்படுத்துவனவ்?

## 13. ராடாரின் அடிப்படைத் தத்துவங்கள் (Basic Radar Elements)

ராடாரைப்பற்றி தன்கு தெரிந்து கொள்வதற்கு ரேடியோவில் அடிப்படைத் தத்துவங்களைப் புரிந்துகொள்ளவேண்டும் என்று முதல் அத்தியாயத்தில் கூறினோம். இதையே R. S. H. பெனர்டிக் ஸ்கப்பன் எதைட் போன்ற மேலாட்டு ஆசிரியர்களும் வலியுறுத்துகின்றனர். இதுதான் கூறப்படற்கு ரேடியோ செயல்படும் முறை தன்கு விளங்கும். இனி ராடார் எப்படி வேலை செய்கிறது, ராடாரின் துடிப்புச் சுற்றுகள், இரம்பப்பல் மிள்கோட்ட இயந்திரிகள், துடிப்புப் பரப்பிகள், துடிப்பு ஏற்றிகள், தூரங்களை நிர்ணயித்தல், ஒத்திசைவுக் கம்பிகள், ராடாரின் சமாதான காலப் பணிகள் ஆகியவற்றைப்பற்றி இனி வரும் அத்தியாயங்களில் பார்க்கோம்.

ராடாரின் தத்துவம் மிக மிக எளிதது. ஒரு குன்றின் முற்றும் அல்லது ஒரு குளக்கரையில் நின்று கொண்டு ஒருவர் உரத்த தூரம் எழுப்பினால் சற்று நேரத்தில் அவ்வொலி எதிரொலிக்கப்பட்டு அவருக்குக் கேட்கும். அவர் ஒலியை எழுப்பியதிலிருந்து ஒரு வினாடி கழித்து எதிரொலியைக் கேட்கிறார் என்று அவற்றுக் கொள்வோம். இந்த ஒரு வினாடியின் உத்தரம் ஒலி செல்லும் தூரம் 1120 அடி அல்லது 330 மீட்டர்களாகும். எனவே, ஒலி குளத்தின் கரையிலில் பட்டுத் திரும்பப்பட்டு வருவதனால் அவருக்கும் குளத்தின் கரைக்குமுள்ள தூரம் 165 மீட்டர்கள். ஏனெனில் ஒலி அவரது இருப்பிடத்திலிருந்து கரைக்கு 165 மீட்டர் தூரமும் கரையிலிருந்து அவரிலும்பெத்திற்று 165 மீட்டர் தூரமும் ஆக 330 மீட்டர்கள் தூரத்தை ஒரு வினாடியில் கடத்திவருகிறது. இவ்வாறு ஒலி எழுப்பப்பட்ட நேரத்திலிருந்து இரண்டு வினாடிகள் கழித்து மறுபடி கேட்கப்பட்டால் ஒலி எழுப்பியவருக்கும் கரைக்குமுள்ள தூரம் 330 மீட்டர்களாகும்; 4 வினாடிகள் கழித்துக் கேட்கப்பட்டால் தூரம் 660 மீட்டர்

களாலும். இவ்வாறாக நோக்கைக் கொண்டு நாம் தூரத்தைக் கணக்கிட முடியும். இந்த அடிப்படையில்தான் ராடார் வேலை செய்கிறது.

மேலே சொல்லப்பட்ட தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி விஞ்ஞானிகள் ராடாரை உருவாக்குவதற்கு முன்னர் இயந்தகமின் வித்தைப் படைப்பாகிய வெளவாக்கன் (bats) ராடார் சாதனங்கள் பொருத்தப்பட்டு இயங்குகின்றன. வெளவாக்கன் இரவில்தான் கூட்டல் கூட்டமாக இரைதேடப் பழிப்படுகின்றன. இரவில் இரை தேடும் மந்தரைய விலங்குகளான சிங்கம், புலி போன்றவை கூடச் சிறிது ஒளியாவது இருந்தால்தான் இரை தேடிச் செல்ல முடியும். ஆனால் வெளவாக்கனோ அமாவாசையின் ஒளிமீதுட்டிலும், சற்று பொத்துகளிலும்கூட துறழ்த்து விரைவாகச் சென்று வெளி வரும் ஆற்றல் படைத்தவை. அவற்றின் செய்கை விஞ்ஞானிகளுக்கு ஆச்சரியமாக இருந்தது.

வெளவாக்கன் எவ்வாறு இருட்டிலும் வழிகாணுகின்றன என்பதுபற்றி அறிவியல் விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ந்தனர். அவற்றின் கண்கள் மிகுந்த ஆற்றலுள்ளனவோ என ஐயுற்றனர். எனவே, ஒரு வெளவாசியை மிடித்து அதன் கண்களைக் குருடாக்கினர். அப்பொழுதும் அது தன்னுடைய வழிவைக் காண்பதில் எந்த விதத் தொல்லைவையும் அடைவதில்லை. மேலு அதன் காதலையும் வாதையும் கட்டி விட்டனர். அப்பொழுது அது உண்மையிலேயே சொலிழந்து விட்டது. எனவே, வெளவாக்கன் தங்கள் வாதையும் காதலையும் பயன்படுத்தித்தான் வழிவழிகின்றன என்று விஞ்ஞானிகள் உணர்ந்தனர்.

வெளவாக்கன் வாயால் ஒலி எழுப்புகிறது. அது எதிரிலுள்ள பொருளில் பட்டுத் திரும்பி வருவதைக் கவனமாகக் கேட்கிறது. எதிரொலி வரும் நேரத்திலிருந்து எதிரிலுள்ள தடை எவ்வளவு தூரத்தில் உள்ளது எனக் கண்டுகொள்கிறது. மீண்டும் ஒர் ஒலியை எழுப்புகிறது. அங் வொலி திரும்பிவரும்வரை அதைத் தாமதமாக இருக்கிறது. இவ்வாறு ஒலிச் சைகைகளை எழுப்பி அதை திரும்பிவரும் நேரத்திலிருந்து எதிரேயுள்ள தடையின் தூரத்தை அறிந்து கொள்கிறது. இவ்வாறாக வெளவாக்கன் வழிகாணுகின்றன. வெளவாக்கன் எழுப்பும் ஒலியை நாம் கேட்க முடியாது. ஏனெனில் அவற்றின் ஒலி அடுக்கம் மிகுந்தவை.

மனிதனின் காதில் அமைவிடமுடிய ஒலியின் அடுக்கம் 20 க்கும் 20,000 க்கும் இடையில் இருந்தால்தான் அதை அவன் கேட்க முடியும். ஒலியின் அடுக்கம் 20க்குக் கீழோ 20,000 க்கு

மேலே இருக்குமாயின் அவை தமது காதுக்கும் கேளா. நம்மால் கேட்க முடியாத ஒரிகளைக்கூடச் சில விலங்குகளும் பறவைகளும் கேட்கக்கூடிய தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. தேனீக்கள், வெட்டுக்கிளிகள் போன்றவை எழுப்பும் ஒரிகளின் அடுக்கங்கள் சில சமயங்களில் 40,000 க்கும் மேற்படுவதுண்டு. நாய், பூனை, எலி முதலியவை சுமார் 80,000 க்கும் மேற்பட்ட அடுக்கங்களை உடைய ஒரிகளை எழுப்பும் தன்மையை வாய்ந்தவை. ஆனால், வெள்ளவால்கள் 100,000க்கு மேலும் அடுக்கமுடைய ஒரிகளை எழுப்பக்கூடியன. மிக நுட்பமான தங்கள் உங்கைகளின் உதவியால் இவ்வளவு அதிகமாக அடுக்கமுள்ள ஒரிகளை அவை சுலபமாகக் கேட்கின்றன. எனவேதான் அவை இரவில் கூடத் தங்கு தடையின்றித் தங்கள் வழியைக் காணுகின்றன. இந்த அதிக அடுக்கமுள்ள ஒரிகளுக்குக் கேளா ஒரிகள் அல்லது செவியுணர் ஒரிகள் என்று பெயர். (ultra hearing). வெள்ளவால்கள் செவியுணர் ஒரிகளை எழுப்புவதில்லை. பெய்ந்தும் அதற்குப் பதிலாக அதிக அடுக்கமுடைய மிக நுட்பமானவையே உண்டாக்குகின்றனவென்றும், அத்தத் நுட்பங்கள் எதிரொலிக்கப்பட்டு, திரும்பும்போது ரடாரைப் போலவே அவற்றைப் பெறுகின்றன வென்றும் சில விஞ்ஞானிகள் கருதுகின்றனர்.

வெள்ளவால்களைப்போன்று நாலும் ஒரு செயற்கை-அகமயின் துணைகொண்டு தூரத்தை அளக்கமுடியாதா என்ற கேள்வி பிறந்தது. இந்தக் கேள்விக்கு முடியும் என்ற விடையும் கிடைத்தது. அவ் விடைதான் ஸோனார் (sonar) என்ற அகமயம் வாகும். இந்த ஸோனாரைப் பயன்படுத்தி ஆழ்கடலின் ஆழத்தைக் கண்டுபிடித்தல், கடலினுள் கூட்டக் கூட்டங்களாகத் திரியும் மீன்களின் இருப்பிடத்தை யறிந்து அவற்றைப் பிடித்தல், நீவினின் கதைத்துசெல்லும் நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களைக் கண்டுபிடித்தல் போன்ற எண்ணற்ற சாதனைகள் கைவரப் பெற்றுள்ளன. உதாரணமாக ஓரிடத்தில் கடலின் ஆழத்தைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டுமானால் அங்குதத்தில் ஒரு கப்பலை நிறுத்துவர். கப்பலில் ஒரு ஸோனார் கருவி பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இது மேற்புற ஒரிகளை உண்டாக்கி அவற்றை ஒரு கற்றைவாகக் குவித்துக் கடலின் அடிப்புறத்தை நோக்கிச் செலுத்தும். அவ்வொலி கடலின் அடித்தளத்தில் பட்டு எதிரொலித்து மீண்டு வரும். அதை வேறு ஒரு கருவி பதிவுசெய்யும். ஒலி அணுப்பெயர்ந்ததற்கும் அது மீண்டும் வந்ததற்கும் இடையேயான தோற்றை அளந்து கடலின் ஆழத்தைக் கணக்கிடுகின்றனர்.

மெதுவாகச் செல்லும் தீர்மானிக்க கப்பல், நிலையான கடலின் ஆழம், ஓரிடத்திலேயே நிலையாக இருக்கின்ற ஒரு தள-ஆகியவற்றை ஒலியின் உதவிகொண்டு அளக்கமுடியும். ஆனால் ஒலியைப்போல் பன்மடங்கு வேகத்தில் பறந்து வருகின்ற விமானங்களைக் கண்டறிய இந்ர அமைப்பைப் பயன்படுத்த முடியுமா என்ற வினா எழுகின்றது. முடியும். ஆனால், அதனால் நமக்கு எத்தனிடமான பலனும் இல்லை. ஏனெனில் எதிரொளிக் கப்பட்ட ஒலி நம்மை வந்தடைத்து நாம் அந்த விமானத்தின் தூரத்தைக் கணக்கிடுவதற்கு முன்பு அந்த விமானம் பல நூறு மைல்கள் முன்னேறியிருக்கும். எனவே, இந்தப் பிரச்சினைக்குத் தீர்வுகாண ஒலியைப் போன்ற, ஆனால் ஒலியைவிடப் பன் மடங்கு வேகமாகச் செல்வக்கூடிய அலைகள் நமக்குத் தேவை. மேலும் அந்த அலைகள் காற்று, மழை, பனி, தூசு ஆகியவற்றால் சித்தனடிப் பாதிக்கப்படாதனவாக இருக்கவேண்டும். இத்தகைய பண்டுகளைப் பெற்றிருப்பவை ரேடியோ அலைகள் அல்லது மின்காந்த அலைகளாகும். இந்த அலைகளைப்பற்றி முன்னமேயே கூறப்பட்டுள்ளது.

மின்காந்த அலைகள் ஒளி அலைகளைப்போலவே ஒரு வினாடிக்கு 1,86,000 மைல்கள் செல்வக்கூடியவை. மீட்டர், கிரே கிராம், வினாடி முறைகள் (M K S system) இது ஒரு வினாடிக்கு 8,00000000 மீட்டர்களாகும். அதாவது மின்காந்த அலைகளின் திசை வேகம் (velocity),  $8 \times 10^8$  மீட்டர்கள் வினாடியாகும். இதுவே ரேடியோ முறைகளில் பொருள்களைக் கண்டறித்து அவற்றின் தூரங்களை அளக்கின்ற விஞ்ஞானத்தின் அடிப்படக் கருத்தாகும்.

ரஃடரீன் ஒரு தகுந்த பரப்பிலிருந்து (transmitter) ஒரு துடிப்பு (pulse) வெளியே அனுப்பப்படுகின்றது. அது தனது பாதையில் ஓர் உலோக அல்லது வேறு தகுந்த தளையினால் எதிரொளிக்கப்பட்டு ஒரு வினாடியில் பல ஆயிரங்களில் ஒரு பகுதிக்குப் திரைகு பரப்பிலே வந்து சேருகிறது. துடிப்பு அனுப்பப்பட்ட தோத்திரமும் அது எதிரொளிக்கப்பட்டு வந்த தளத்த தோத்திரத்தினுள்ள கால இடைவெளி மின்காந்த அலைகள் கடந்த தூரத்தை மிகத் துல்லியமாக அளப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. மின்காந்த அலைகள் ஒரு வினாடிக்கு 800,000,000 மீட்டர்கள் செல்லுகின்றன என்று முன்னமேயே கூறினோம். இது

ஒரு மைக்ரோ வினாடிக்கு (1 மைக்ரோ வினாடி =  $\frac{1}{1,000,000}$  வினாடிகள்). 328 செஜுக்களுக்கு ஒப்பாகும். இவ்வாறு ரஃடரீன்

ஒளி பரப்பிலிருந்து 328 சென்திமீ தூரத்தில் ஒரு தடைவீறுத்தால் துடிப்பு தான் வெளியிடப்பட்ட நேரத்திலிருந்து 2 மைக்ரோ வினாடிகள் (micro seconds) கழித்துப் பரப்பிலே வந்ததையும், அதாவது பரப்பிலிருந்து 328 சென்திமீ தூரத்தில் உள்ள பொருளின் சென்றதைய 1 மைக்ரோ வினாடி, பொருளிலிருந்து பரப்பிலேயே திரும்பி வந்ததைய 1 மைக்ரோ வினாடி, ஆக 2 மைக்ரோ வினாடி களாகும். ராடாரில் பரப்பி, ஏற்பி (receiver) இரண்டிற்கும் ஒரே ஓரியல் (axis) உள்ளது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

மேலே கூறப்பட்டவைகளிலிருந்து ராடாரில் தத்துவம் மிக எளிதானது என்பது விளங்கும். ஆனால் இந்தத் தத்துவங்களை நடைமுறையில் செயல்படுத்த நேரத்தை மிகத் துல்லியமாக, அதாவது ஒரு வினாடியில் பத்து டிசைத்தில் ஒரு பங்குத் துல்லியமாக அளக்கக்கூடிய ஒரு கருவி தேவை. இந்தத்தை கருவி எதிர் மிக் கதிர்க்குழாய் (cathode ray tube) ஆகும். இதைப்பற்றிப் பின்னர் விவரமாகக் கூறப்படும்.

ராடார் பரப்பிலிருந்து துடிப்புப் பொருளின் சென்றதைய ஆகும் நேரம், பொருளிலிருந்து துடிப்பு எதிரொளிக்கப்பட்டு ஏற்பிலே வந்ததைய ஆகும் நேரத்திற்குச் சமமாகும். அதாவது பொருளில் துடிப்பு தீரும்படிவந்தவாகும் நேரம் சரியாகும். எனவே, பொருளிலிருந்து துடிப்பு ஏற்பிலே வந்ததைய ஆகும் நேரமானது, பரப்பிலிருந்து துடிப்பு புறப்பட்டுத் திரும்பவும் அதை வந்து அடைவதற்காகும் நேரத்தில் பாதியாகும். எனவே, ஒரு துடிப்பு புறப்பட்டு 1 மைக்ரோ வினாடிகளுக்குப் பிறகு தீரும் பவும் புறப்பட்ட இடத்தை வந்தடைந்தால் பரப்பிலிருந்து பொருளின் தூரம்  $\frac{328 \times 1}{2}$  எனத் சமன்பாட்டினால் பெறப்படுகின்றது.

அதாவது,

$$\text{தூரம் சென்திமீ} = \frac{328 \times \text{கால இடைவெளி (மைக்ரோ வினாடி)}}{2}$$

மிகக்கூந்த அலைகளைத் தொடர்ந்து அழுப்பிக்கொண்டேயிருந்தால் இலக்கில், உதாரணமாக ஒரு விமானத்தில், பட்டுத் திரும்பிவரும் அலைகளும் தொடர்ச்சியாக வந்துகொண்டே இருக்கும். அப்போது எந்தக் கணத்திலுண்டாயிே அலையை நாம் எப்பொழுது திரும்பப் பெறுகிறோமென்பது புரிவாயற்போய் விடும். உதாரணமாக ஒரு குளத்தில் கரையில் நின்று கொண்டு நாம் தொடர்ச்சியாக ஒலியை எழுப்பிக் கொண்டேயிருந்தால் எதி

ரொலியும் தொடர்ச்சியாகக் கேட்டுக்கொண்டே இருக்கும். நாம் எத்ததேரத்தில் சொன்ன ஒளி எப்பொழுது திரும்பி வருகிறது என்பது புரியாது. ஆனால், ஒருமுறை ஒளி எழுப்பிவிட்டு அதன் எதிரொளி வரும்வரை பொய்மறித்தால் இந்தத் தொகை இருக்காது. இதைப்போலவே ராடாரிலும் ஒரு துடிப்பு அனுப்பப் படுகிறது. சற்று நேர ஒய்வு கொடுத்து மீண்டும் ஒரு துடிப்பு அனுப்பப்படுகிறது. இவ்வாறு விட்டு விட்டு அலைகள் அனுப்பப் படுகின்றன. இந்த ஒய்வு நேரத்தின் கால வரையறை நாம் எவ்வளவு தூரம்வரை துருள்பயர்க்க விசும்புகிறோம் என்பதனைப் பொறுத்து அமைகிறது. காட்டாக 15 மைல் தொலைவிற்கு உள்ளே வரும் விமானங்களைமட்டும் கண்டுபிடிக்க விரும்பினால், அந்த 15 மைல் சென்று மீள்வதற்கு மீள்காத்த அலைகளுக்கு எவ்வளவு ஒய்வு நேரமாகுமோ அதைவிடச் சிறிது கூடுதலான நேரமே இந்த ஒய்வு நேரமாகும். இவ்வகையில் வேலை செய்பவ் ராடாருக்கும் துடிப்பு ராடார் (pulse radar) என்று பெயர்.

ஒரு வினாடிக் துடிப்பு எத்தனை தடவை திரும்பப்படுகிறதோ அல்லது ஒரு வினாடியில் எத்தனை துடிப்புகள் திகழ்கின்றனவோ அந்த எண்ணிக்கைக்குத் துடிப்புத் திரும்ப எண் (pulse repetition rate) என்று பெயர். துடிப்பு திகழ்கின்ற நேரத்திற்குத் துடிப்பு நேரம் (pulse time) என்று பெயர். துடிப்பு/நேரம், துடிப்புத் திரும்ப எண், ரேடியோ அடுக்கம், எதிரொளிக்கப்பட்ட துடிப்பு ஆகியவை வெவ்வேறு ராடார்களுக்கு வெவ்வேறு நிலையில் பரவலாக மாறுபடுகின்றன.

உதாரணமாக, துடிப்பு நேரம் = 2 மைக்ரோ வினாடிகள்

துடிப்புத் திரும்ப எண் = 500 துடிப்புகள்/வினாடி

ரேடியோ அடுக்கம் = 800 மெகா.

சைக்கிள்கள் / வினாடி

ஆலை நீளம் = 50 செ. மீ.

விமானத்தின் தூரம் = 32,800 கெஜங்கள்

P.

(1) டுடிப் ஒய்விடுக்கும் நேரம் துடிப்பு நேரத்துடன் ஒப்பிடுக்போது மிக அதிகமாகும்.

துடிப்பு நேரம் = 2 மைக்ரோ வினாடிகள்

துடிப்புத் திரும்ப எண் = 500 துடிப்புகள் / வினாடி

ஒரு துடிப்புக்கும் மறுதுடிப்புக்கும் } =  $\frac{1}{500}$  வினாடி அல்லது 2000

ஆளும் நேரம் (pulse time period)

மைக்ரோ வினாடி.

ஆகவே, பரபி ஒய்விலிருக்கும் } = 2000 மைக்ரோ வினாடி

நேரம்

— 2 மைக்ரோ வினாடி.

= 1998 மைக்ரோ வினாடிகள்.

ஆகவே, பரபி ஒய்விலிருக்கும் நேரம் துடிப்பு நேரத்துடன் ஒப்பிடுகிறபோது மிக அதிகம் என்பது புலனாகிறது. பரபியிலிருந்து விமானத்தின் தூரம் (கெஜங்களில்)

=  $164 \times 1$  (மைக்ரோ வினாடி களில்) என்று பார்த்தோம்.

இந்த அடிப்படையில் எதிர்மின் சுதிர்க்குழாயின் திரையில் தூங்கன் அளவீடு செய்வப்படுகின்றன. அவைகளைப்பற்றி இப்போது விரிவாகப் பார்க்கோம். துடிப்பு 164 கெஜ தூரம் சென்று மீண்டுமொரு ஒரு மைக்ரோ வினாடி ஆழமென்று பார்த்தோம். அப்படியானால் 1000 கெஜ தூரம் சென்று மீண்டுமொரு ஆளும் நேரம்  $\frac{1000}{164} = 6.1$  மைக்ரோ வினாடிகளாகும். அதாவது 6.1

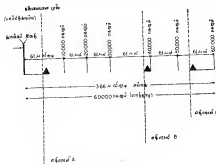
மைக்ரோ வினாடிகள் என்பது வானவெளியில் 1000 கெஜத்திற்குச் சமனாகும்.

எதிர்மின் சுதிர்க்குழாயில் தேர்க்கோட்டுக் காலவடிபயன்படுத்தப்படுகிறது. ஏதக்குறைய இந்த முறையில்தான் ராடர் சாதனத்திலும் நேரத்தை அளக்கிறோம். எதிர்மின் சுதிர்க்குழாயில் ஓர் எலெக்ட்ரான் சுற்றையை உண்டாக்கி அதனை ஓர் ஒளிர் திரையில் குவிப்பச் செய்கிறோம். அதனால் திரையின்மீது ஓர் ஒளிப்பொட்டு தோன்றுகிறது. பொட்டைத் திரையின் இடக் கோடியில் வைத்திருப்பதாகக் கொள்வோம். X தகடுகளை ஒன்றுக்கு தேர்மின் அழுத்தம் கொடுத்துப் பொட்டியின் வலப்புறமாக நகர்த்தமுடியும். Y தகடுகளை ஒன்றுக்கு தேர்மின் அழுத்தம் கொடுத்து ஒளிப்பொட்டியின் மேலும் கீழுமாக நகர்த்த முடியும்.

காட்டாக, எதிர்மின் சுதிர்க்குழாயின் திரையின் விட்டம் 6 அங்குலம் எனக் கொள்வோம். ஒளிப்பொட்டு திரையின் இடக் கோடியிலிருந்து கிளம்பி 6 அங்குல தூரம் நகர்த்து வரை



கொடியை 868 னமக்ரோ விநாடிகளில் அடைவதாகக் கொள்வோம். படம் 18.1-ஐத்து எதிரின் கதிர்க்குழாயின் 6 அங்குலத் திரை வான வெளியில்  $868 \times 184 = 60,000$  செஜங்களுக்கு ஒப்பாரும் என்பது புலனாகிறது. முழு தேர்க் கோட்டுக் காலவடிவையும் சமதூரமுள்ள பகுதிகளாகப் பிரித்து



படம் 18.1

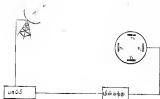
எதிரின் கதிர்க்குழாயின் ஒளித்திரை அளவிடு

அதை ஒப்பொரு பகுதியும் வானவெளியில் 10,000 செஜங்களுக்கு ஒப்பானதாக அளவிடு செய்வோம். திரை திரையில் ஒப்பொரு பகுதியும் 81 னமக்ரோ விநாடிகளுக்கு ஒப்பாரும். அதாவது திரையில் ஓர் அங்குல தீனம், 81 னமக்ரோ விநாடிகளுக்கு அங்குல வானவெளியில் 10,000 செஜங்களுக்குச் சமமானும்.

படம் 18.1-ல் A, B, C என்ற திரும்பப்பட்ட ஒளிப்பொட்டுகள் தேர்க்கோட்டுக் காலவடிவில் 6000, 38000, 52000 செஜங்கங்களில் காண்பிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒளித்திரும்பத்தின் உயரம் பொருள்களின் தூரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க குறைவது கவனிக்கத்தக்கது. இது B, C என்ற பொருள்களின் ஒளித்திரும்பம் யாப்பு ஒரே மாதிரி அமையுமாயினும் திசுழக்கூடிய ஒள்குழும். காட்டாக A என்ற பொருள் மிகச் சிறியதாகவும், B என்ற பொருள் மிகப்

பெரியதாகவும் இருக்குமானால்  $A, B$  என்ற பொருள்களின் ஒளித்திரும்பங்கள் ஏறக்குறைய ஒரே அளவிலும் அமைவக் கூடும்.

ராடாரில் உண்டுபண்ணப்படும் ரேடியோ அலைகள் சிறுசிறு துடிப்புக்களாக ஏரியல்வழியே வெளியில் அனுப்பப்படுகின்றன. ஒரு துடிப்பு ஏரியல்வழியே அனுப்பப்படும். அதே வேளையில் மற்றொரு துடிப்பு எதிர்பின் கதிர்க்குழாயின்  $X_1$  தகட்டிற்குச் சீராக அதிர்ச்சிக் கூடும். நேர்மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கும் மின் சந்திரித்து அனுப்பப்படுகிறது. இந்தத் துடிப்பு வந்தவுடனே மின்



படம் 18.2

பரப்பினிலிருந்து துடிப்பு வெளியேறுதல்

சுற்று வேலை செய்வதே தொடங்கும்.  $X_1$  தகட்டின் மின்னழுத்தம் அதிர்ச்சிக் கூடும். எனவே, பொட்டு வலம்புறம் தகரும். எதிரொலிக் கதிர்க்குழாயும், ரேடியோ அலைத் துடிப்புகளை உண்டாக்கிப் பரப்பும் கருவியும் அருகருகே உள்ளதால் ரேடியோ அலைத் துடிப்பு அனுப்பப்பட்ட அதே கணத்திலேயே  $X_1$  தகட்டிற்கு மின்னழுத்தம் கொடுக்கும். மின்சுற்று வேலை செய்வதே தொடங்கும் (படம் 18.2).

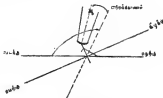
வசன் கம்பி வழியே வெளியே சென்ற ரேடியோ அலை நன் பாதையில் விமானம் போன்ற ஏதேனும் ஒரு பொருள் எதிர்ப் பட்டால் அதில் பட்டுத் திரும்பி வரும். இவ்வாறு திரும்பி வரும் அலையை ஏற்பிசீக் ஏரியல் ஏற்று அதனை  $Y_1$  தகட்டிற்கு அனுப்பும் (படம் 18.3).

எனவே, திரையில் ஒளிப்பொட்டு மேஜைக்கீ தகரும். ஆனால், இந்தத் துடிப்பு சில மைக்ரோ விநாடிகள் நேரமே நிகழ்வதால்



ராடாக்கப் பழைய எடுத்துக்காட்டில் திரவின் விட்டம் 8 அங்குலம்.  $X_1$  தட்டின் மீளனழுத்தம் 855 கைக்ரோ வினாடி. கனில் உச்ச கட்டத்தை அடைகிறது. அதாவது ஆறு அங்குல தூரம் 855 கைக்ரோ வினாடிகளைக் குறிக்கும். ஒளிக் கொக்கி 8 அங்குல தூரத்தில் உண்டாகும்போதும் 188 கைக்ரோ வினாடிகள். போம் 8.1 கைக்ரோ வினாடிகளாகும் பொருளின் தூரம் 1000 செலுக்கள் எனப் பார்த்தோம். எனவே, போம் 188 கைக்ரோ வினாடிகளாகும் தூரம்  $\frac{188}{8.1} \times 1000 = 23,000$  செலுக்கள் ஆகும். இவ்வாறு தூரம் கணக்கிடப்படுகிறது.

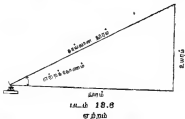
மேலே கூறப்பட்டவற்றிலிருந்து ராடாருக்கும் விமானத்திற்கு மிடைவேவுள்ள குறுகிய தூரத்தை அதாவது, சாய்வான தூரத் தைத்தான் தெரித்துக்கொள்ள முடியுமென நவீர, கிடைமட்டத்தில் தூரத்தையோ அல்லது தரைவிலிருந்து விமானத்தின் உயரத் தையோ தெரித்துக்கொள்ள முடியாது. ஆனால், ஏரியவின் ஏற்றக் கோணத்தை அளந்துகொண்டால் இவ் விரண்டையும் கணக் கிடலாம்.



பாம்பு 18.8  
ஏற்றக் கோணம்

ராடாசார்ப்பற்றி முழுவதும் அறித்துக்கொள்ளத் துடிப்புக் கற்றுக்கள் என்மனவற்றைப்பற்றி அறித்து கொள்வது அவசியம். இவற்றைப்பற்றி இவ்விலும் அத்தியாயங்களில் காணலாம். ராடாசார்ப்பற்றி வேறு ஓர் உண்மையும் கவனிக்கத் தக்கது. விமானத்தின் ஏற்றக்கோணத்தைத் துல்லியமாகத் தெரித்து கொள்வதற்கு வேலியே அனுப்பப்படும் துடிப்புடன் மிகக் குறுகிய காலமாக இருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் ஏரியவின் கழற்றித் துடிப்புகளை ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் அனுப்புவோர், ஒரு

குதிரிட்ட நிலைகளில் இருந்து வரும் துடிப்புக்களை ஏற்படின் ஏரிலாகப் பெறலோ முடியும். மேலும் துடிப்புக்களை வேளியே அனுப்பும் கருவியின் அச்சில் விமானம் அமைவதும்பொழுதுதான் விமானத்தின்மீது மிக அதிக அளவு ஆற்றல் படமுடிகிறது. அந்த நிலையில்தான் விமானமும் அதிக அளவு ஆற்றலித் திருப்பி



அனுப்புகிறது. அதாவது மிக அதிக அளவு ஆற்றலை வேளியே அனுப்பவும் மிக அதிக அளவு ஆற்றலித் திருப்பி வரவரும் வேண்டிய நிலைகள் ஒரே மாதிரியானவைவரும்.

ராடார் அலைகள் மிகக் குறுகியவைவராக இருத்தல் வேண்டும் என்று கூறினோம். அலைகள் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு குறுகியவைவராக இருக்கின்றனவோ, அவ்வளவுக் கவ்வளவு ஆற்றல் ஓங்கிக்கட்டுள்ளது. எனவே, அதிக அளவு ஆற்றல் விமானத்தின்மேல் விழுகின்றது. எனவே, திருப்பி அனுப்பப்படும் ஆற்றலும் அதிகமாகின்றது. பல விமானங்கள் தெருங்கி வரும் பொழுது அவற்றைத் தனித்தனியே காண்பதும் சாத்தியமாகிறது. ஆகவே, குறுகிய கற்றைகளில் செங்கு மிட்டர் அலைவளே (continuous waves) பயன்படுகின்றன. எனவே, துருவிப் பார்க்கக்கூடிய தூரமும் குறைவாகவே இருக்கின்றது. அதிக தொலைவு பார்க்க வேண்டுமானால் துல்லியமாகப் பார்க்க முடியா தில்லை. தொலைதூர ராடார்கள் 100 மீருத்து 1000 மெகா ஸைக்கிள்கள்/மீருது வரை பயன்படுத்துகின்றன. இவற்றின் கற்றைகள் மிக அகலமாக இருப்பதால் அவை அவ்வளவு துல்லிய மாகப் பொருள்களைக் காட்டுவதில்லை. துல்லியமாகப் பொருள்களை அறிவ வேண்டுமானால் குறுகிய கற்றைகளையே பயன்படுத்த வேண்டும்.

### வினாக்கள்

1. ராடார் (RADAR) என்ற வார்த்தை Radio Detection and Ranging என்ற ஆங்கில வார்த்தையிலிருந்து பெறப்படுகிறது. Detection, Ranging என்பனவற்றைப்பற்றி நீ அறிவது யாது?
2. ஒரு ராடார் அதைச் சுற்றியுள்ள பொருள்களைப் படம் பிடித்துக் காட்டுகிறது. இது எவ்வாறு நமக்கு அளிக்கப் படுகிறது என்பதை விவரி.
3. மீள்காத்த ஆலைகளைப் பயன்படுத்தி மேகம், மூடுபனி ஆகியவற்றின்வழியே பார்க்க முடியும். இந்தக் கருத்தை ஆராய்க.
4. ராடார் ஆலைகள் ஒரு வினாடிக்கு 1,50,000 மைல்கள் செல்லுகின்றன. இதை ராடாரில் எப்படிப் பயன்படுத்த முடிகிறது?
5. ராடார் ஆலைகள் பொருள்களால் எதிரொளிக்கப்படுகின்றன. இந்தக் கொள்கையில் ஏன் இடைபூற்று இல்லை?
6. இயந்திரவின் ராடாராகிய வெளவாக எப்படித் தன் வழியைக் கண்டறிகிறது என்பதை விளக்குக.
7. 'திரிபயான பொருள்களின் இருப்பிடத்தை அறிய சோனாரைப் பயன்படுத்த முடியும். அதிலேயேமொக வருகின்ற பொருள்களை அறிய சோனார் பயன் படாது'. ஏன்?
8. ராடாரின் தத்துவத்தை எளிய மூலையில் விளக்குக.
9. துடிப்பு ராடார், துடிப்பு நேரம், துடிப்புத் திரும்ப என் ? ஆகியவற்றை விளக்குக.
10. ராடார் அமைப்பின் எதிரியின் கதிர்க்குழாயின் பங்கை விவரி.
11. நேர்க்கோட்டுக் காலவடி என்பதைப்பற்றிச் சிறு குறிப்பு வரைக.

12. சாதாரண ரேடியோஸ் ஆலைகளுக்கும், ராடாச் ஆலைகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் யாவை?
13. ராடாச் துடிப்புகள் சத்திரனை (mass) ஒளியின் வேகத்தில் சென்றடைகின்றன. பரப்பியிலிருந்து செலுத்தப்படும் ஆற்றல் தேவையான அளவு இரூப்பதாகக் கொண்டு ராடாச் துடிப்புகள் சத்திரனுக்குச் சென்று மீண்டுமா ஆனும் நேரத்தைக் கணக்கிடு.

## 14. எதிர்பின் கதிர்க்குழாய்

(Cathode Ray Oscillograph)

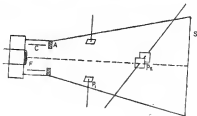
எல்லாத் தனிமங்களிலும் அடிப்படைத் துகள்களில் ஒன்றான எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன என்று முன்னர்ப் பார்த்தோம். இந்த எலெக்ட்ரான்கள் நிறையில் மிகமிகக் குறைந்தவை. எனவே, இவற்றை அதிவேகமாகச் செலுத்தமுடியும். இவை ஏறக்குறைய ஒளியின் வேகத்தில்  $\frac{1}{10}$  பங்கு வேகத்துடன் செல்லுகின்றன என்றும் கூற்றோம். இந்த எலெக்ட்ரான்கள் எதிர் மின்னூட்டம் உடையவை. எனவே, மின்புலம் (electric field), காந்தப்புலம் (magnetic field) ஆகியவற்றால் விலக்கப்படுகின்றன. இந்தத் தத்துவங்கள் எதிர்பின் கதிர்க் குழாயில் பயன்படுத்தப் பட்டுள்ளன.

முதல் எதிர்பின் கதிர்க்குழாய் 1897-ல் ப்ரான் (Braun) என்ற விஞ்ஞானியால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது ப்ரான் குழாய் (Braun tube) என்று அழைக்கப்பட்டது. இது அமைப்பில் J. J. தாம்ஸன் என்ற விஞ்ஞானியால் எலெக்ட்ரான்களின்  $e/m$  தகவைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு அமைக்கப்பட்ட மின்னிறக்கக் குழாயை ஒத்திருந்தது. எதிர்பின்வாயால் வெளியிடப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு குறுகிய கற்றையாகக் குவிக்கப்பட்டு அதிவேகத்தில் சென்று குழாயின் அடுத்த முனையிலுள்ள ஓர் ஒளிர்பிளும் திரையில் (fluorescent screen) மோதுகின்றன. மின் குழாய்க்குள் இரு உலோகத் தகடுகளைச் சரியான முறையில் அமைத்து அவற்றிற்கு அதிக மின்னழுத்தத்தைக் கொடுத்து எலெக்ட்ரான்களின் பாதைக்குச் செங்குத்தான திசையில் ஒரு மின்புலத்தை உருவாக்க முடிந்தது. இந்த மின்புலம் எலெக்ட்ரான்களை அதன் இயல்பான பாதையினின்றும் விலக்கும். இந்த விலக்கத்தைத் திரையில் காணலாம். மின்புலம் அலைவுத்தன்மை (oscillatory) உடையதாக இருந்தால் இந்த எலெக்ட்ரான்களும்



மேலும் கீழ்க்காட்டிய அமைப்பும், அப்போது அமைப்பும் பொருது அதை ஒரு நேரீகோட்டை வகுவிக்கும். இந்தக் குழாய் நல்ல ஒளியை வெளி செய்வதற்கு மிக அதிக மின்னழுத்தம் தேவைப் பட்டதால் நாளடைவில் இது கைவிடப்பட்டது.

நவீன எதிரின் கதிர்க்குழாயின் படம் 14.1ல் காட்டப் பட்டுள்ளது. இதில் காரமன் உலோகம் (alkaline earth) பூசப்பட்ட ஒரு டம்ஸ்டன் சிலிசென்ட் சூடாக்கப்பட்டு எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடுகிறது. சிலிசென்ட் எதிரின்வாய்களும் செயல்படுகிறது. சிலிசென்ட்டுக்கு அருகே நடுவில் நுணர் ஓட்டைய ஒரு வட்ட அமைப்பில் தகடு ஒன்று நேரீயின்வாய்க்கச் செயல்படுகிறது. இந்த நேரீயின்வாய்க்கு 500 வோல்ட்டுகள் மூலக் 2,000 வோல்ட்டுகள்வரை மின்னழுத்தம் கொடுக்கப் படுகின்றது. படத்தில் F என்பது சிலிசென்ட்டையும், A என்பது

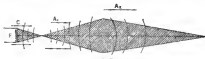


படம் 14.1  
எதிரின் கதிர்க்குழாய்

நேரீயின்வாய்களும் குறிக்கின்றன. நேரீயின்வாயை ஒட்டிச் செல்லுகின்ற குறுகிய எலெக்ட்ரான் கற்றை அதிக வேகத்தில் சென்று S என்ற திரையில் மோதி அதில் ஒளி மிடுக்த புள்ளியை உண்டாக்குகிறது. எலெக்ட்ரான்களின் பாதையில்  $P_1$ ,  $P_2$  என்ற இரு இடைக்கடத் தகடுகளையோ (two pairs of plates) அல்லது இரு மின்சாத்தச் கருக்களையோ வைத்து, அவற்றில் புலங்களை உண்டாக்கி, எலெக்ட்ரான்களை அவற்றின் திசைப்பாதை பாதை மீண்டும் மீயக்கலாம். 'எதிரின் கதிர்க்குழாய் ஓர் அதி உணர்வுடைய கருவி (very sensitive arrangement) ஆகும். அதை உபயோகித்து மிகமிகக் குறைந்த அளவில் நிகழ்கின்ற

நிஷ்சர்சுவயக்கூட அளக்கலாம். எலெக்ட்ரான் கற்றை நிஷ்சர்சுவய எந்தவித மாற்றமும் இன்றி அப்படியே படம்பிடித்துக் காட்டுகிறது.

எதிர்மின் எதிர்க்குழாயில் கிழிக்கண்ட றுட்பக்கவளைக் கவனித்தல் வேண்டும். சிபெலென்டினிகுத்து வெளிப்படுகின்ற எலெக்ட்ரான்களை மிக நுண்ணிய கற்றைகளாகக் குவித்தல்வேண்டும். ஓரளவிக்கு இத்தகக் குவிதலைப் படத்தில் C என்ற குறியீட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ள வேளையில் உருவ (vacant-cylinder) செய்யிறது. இந்த உருவக்கு எதிர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கப் பட்டுள்ளதால் அது எலெக்ட்ரான்களை, அதை சிபெலென்டினிகுத்து வெளியேறியவுடன் குழாயின் அச்சு நோக்கி விலக்கித் தள்ளுகிறது. இந்த எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்மின்னுட்படம் உடைபகவையானதால் அவற்றக்கிடைபே உள்ள விசையினால் விலகிச் செல்வவே முடியும். எனவே, மின்நிலைக் குவி முறையில்



படம் 14.2  
எலெக்ட்ரான் குவியக்கி

(electrostatic focusing system) இந்த எலெக்ட்ரான்கள் மேலும் குவிக்கப்படுகின்றன. இந்த முறையில் தடுவில் துவாரமுடைய ஒரு காட்டத் தவட்டு நேர்மின்வாய்க்கும் பதிலாக, தொடர்ச்சியாகப் பல நேர் மின்வாய்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றின் மின்னழுத்தமும் எலெக்ட்ரான்களைத் தொடர்ந்து குவிக்கின்ற முறையில் அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கிறது. சாதாரணமாக இத்தகைய நேர்மின்வாய்கள் இரண்டு அல்லது மூன்று இருக்கும். சிபெலென்ட் நேர்மின்வாய்கள் சேர்த்த அமைப்பிற்கு எலெக்ட்ரான் குவியக்கி (electron gun) என்று பெயர். இதன் அமைப்பு, படம் 14.3 க் காட்டப்பட்டுள்ளது.

எலெக்ட்ரான் கற்றையை ஒரு காத்தர்புலத்தைக் கொண்டும் அதன் பாதையிலிருந்து விலக்கலாம். இந்த அமைப்பில் இரு இரட்டைக் கம்பிச் சுருள்கள் (two pairs of coils) மின்னூழாய்க்கு வெளியே வைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த முறைக்குக் காத்தக்

குவித்தல் முறை (magnetic focusing) என்று பெயர். இந்த முறை மின்தீயை மூன்றையலிடச் சிறத்தது. ஏனெனில், எலெக்ட்ரான் கற்றையை மிக நுண்ணியதாகவும், குறிப்பாகத் திரையின் கோடியில் செம்மையான மூன்றிலும் காத்தப்புலத்தைத் சரிப்படுத்தி எலெக்ட்ரான்களைக் குவிக்கலாம். இந்தக் காரணங்களால் மின்தீயைக் குவித்தல் முறையைவிடக் காத்தக் குவித்தல் முறையே தற்சமத்தில் உபயோகத்தில் இருந்து வருகிறது.

எதிரின் கதிர்க்குழாயில் எலெக்ட்ரான் கற்றையைப் பக்கவாட்டிலோ அல்லது மேலும் கீழிலோ விசக்குவதற்கு இரு இரட்டைத் தகடுகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன என்று பார்த்தோம். எலெக்ட்ரான் கற்றையை எந்தத் தளத்தில் (plane) விசக்குகின்றனவோ அந்தத் தளத்தின் பெயரால் அந்தத் தகடுகள் அழைக்கப்படுகின்றன. கிடைமட்டத்தில் விசக்கும் தகடுகள் கிடைமட்டத் தகடுகள் (horizontal plates) அல்லது X-தகடுகள் எனவும், செங்குத்துத் தளத்தில் விசக்கும் தகடுகள் செங்குத்துத் தகடுகள் (vertical plates) அல்லது Y-தகடுகள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. எதிரின் கதிர்க்குழாயில் கிடைமட்டத் தகடுகள் செங்குத்தாகவும், செங்குத்துத் தகடுகள் கிடைமட்டத்திலும் அமைந்துள்ளன. இரு இரட்டைத் தகடுகளும் உண்டாக்குகின்ற விசக்கம்பம் ஒன்றுமொன்று செங்குத்தான திசைகளிலுக்கும், இந்தத் தகடுகளின் இருப்பிடம் குழாயின் நுண்ணுணர்வைப் பாதிக்கும். எவ்வளவுக் எவ்வளவு தகடுகள் எலெக்ட்ரான் கற்றைக்கு அருகிலிருக்கின்றனவோ, அவ்வளவுக் கவ்வளவு கற்றையின் விசக்கம் அதிகரிக்கும். எனவேதான் இத் தகடுகள் குழாயினுள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இத் தகடுகள் விசக்கத்திற்கு மின்தீயை விசக்கம் என்று பெயர்.

மேலே கூறப்பட்ட விசக்கங்களின் இரு இரட்டை விசக்குகள் களைக் கொண்டு காத்தப்புலங்களின் உருவாக்கியும் பெறலாம். இந்த அமைப்பிற்குக் காத்தக் குவித்தல் முறை என்று பெயர். இந்த அமைப்பில் கம்பிச் சுருக்கன் எதிர்புறிக் கதிர்க்குழாய்க்கு வெளியுறத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். சுருக்கன் குழாயின் அச்சிலிருந்து சமதூரத்தில் இருக்கும். எலெக்ட்ரான் கற்றையின் விசக்கம், காத்தப் புலங்களின் வலிமையைப் பொறுத்துள்ளதால் புலங்கள் ஒரே சீராக இருத்தல்வேண்டும்.

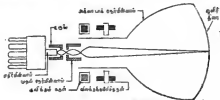
எதிரின் கதிர்க்குழாய் ஏறக்குறைய ஒரு கூகுறியை (cone) வடிவத்தில் அமைந்துள்ளது. அதன் அகன்ற முனையில் ஓர் ஒளிரியிடும் திரையுள்ளது. குழாயின் நீளம், விட்டம் ஆகியவை தேவையான இடம், நுண்ணுணர்வு, ஒளிரவு ஆகியவற்றைக்

கருத்தில் கொண்டு நினைவிடப்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட விலக் கத்திற்கு எவ்வளவுக் கெவ்வளவு குழாயின் நீளம் அதிகமாக இருக்கிறதோ, அவ்வளவுக்கவ்வளவு நுண்ணுணர்வும் அதிகமாகும். ஏனெனில் திரையில் இடமாற்றம், விலக்கத்தை உண்டு பண்ணும் தகடுகளுக்கும் திரைக்கும் இடையே உள்ள தூரத்தைப் பொறுத்தது. குழாயின் அமைப்பு கூடுதலான வடிவத்தில் உள்ளதால் நீளம் அதிகரிக்க அதிகரிக்கத் திரையின் விட்டமும் அதிகரிக்கும். திரையின் விட்டம் அதிகரித்தால் தேர்ச்சியைப் பின்பற்றத்தரும் அதிகமாகும். எனவே, நாம் மேலே கூறியபடி இடம், நுண்ணுணர்வு, ஒளியை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது குழாய் அமைக்கப்படுகிறது. உண்மையில் திரையில் எலெக்ட்ரான்கள் விட்டு விட்டே மோதுகின்றன. ஆனால், நம் கண்களில் இயற்கையாகவே உள்ள பாக்ஸு நீடிப்பு (persistence of vision) என்ற தன்மையினால் எலெக்ட்ரான்கள் தொடர்ச்சியாக மோதிக் கொண்டே விருப்பனபோல் தோன்றுகின்றன. இது ஒரு சாதாரண திரைப்படத்தில் ஏற்படும் நிகழ்ச்சியை ஒத்தது.

நம் கண்கள் சில வண்ணங்களைவிட்டுமே மிக நன்றாக உணரக் கூடிய தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றன. எனவே, திரையில் காணப்படும் ஒளியை, புள்ளியின் வண்ணத்தைப் பொறுத்தது. ஒளியிலும் திரை விலக்கம் (willenite) அதாவது நாக ஆக்சைட் தோசிலிகேட் (zinc ortho silicate) என்ற பொருளால் பூசப்பட்டிருந்தால் பச்சை வண்ணமும் (green display), மக்னீசியம் பிபுரேட்டு (magnesium fluoride) என்ற பொருளால் பூசப்பட்டிருந்தால் ஆரஞ்சு வண்ணமும், நாக ஆக்சைடு (zinc oxide) என்ற பொருளால் பூசப்பட்டிருந்தால் நீலவண்ணமும், நாகபெரிலியம் சிலிகேட் (zinc beryllium silicate) என்ற பொருளால் பூசப்பட்டிருந்தால் மஞ்சள் வண்ணமும், நாக கைம்படைமும், கார்பியம் நாகைப் பைடு ஆகியவை நாக பெரிலியம் சிலிகேட்டையும் கலந்து பூசினால் வெவ்வேறு வண்ணமும் கிடைக்கும்.

மேலே கூறப்பட்ட பொருள்கள் யாவும் எலெக்ட்ரான்கள் திரையில் மோதிய சிதிது நேரத்திற்குப் பிறகும் ஒளிக்கின்றன. அவை ஒளிரும் நேரத்தை எதிரின் கதிர்க் குழாயைத் தவிரக்கும் பொழுதே கட்டுப்படுத்தலாம். பிபுரேட்டு நடவடிக்கை திரை நீண்ட நேரத்திற்கு ஒளிரும். எனவே, இந்தக்கை திரைகள் நிலப்படத்தில் இடங்காட்டி (plan position indicator) அமைப்பில் பெரிதும் பயன்படுகிறது. எங்கெங்கு மாற்றங்கள் திரையில் நிகழுவிருக்கின்றனவோ, அங்கெல்லாம் எலெக்ட்ரான்கள் திரையில் மோதிய பிறகு ஒளிரும் நேரம் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும்.

எலெக்ட்ரான்கள் ஒளிரும் திறையில், வெளும்பொது உண் டாகும் ஒளிப்பொட்டின் பொலிவு (brightness) அங்கு வந்து சேரும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது. மேலும் எலெக்ட்ரான்களின் திசைவேகம் அதிகரித்தாலும் ஒளிப்பொட்டின் பொலிவு அதிகரிக்கும். ஆனால், இந்த மூன்றை பொதுவாகப் மிகப் பற்றப்படுவதில்லை. பொதுவாக எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்



படம் 14.3

மின்காந்த வகை எதிர்மின் எதிர்க்குழாய்

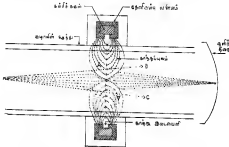
கையை மாத்திரமே பொலிவும் மாற்றப்படுகிறது. C என்ற உருளைவிக் மின்னழுத்தத்தை மாற்றி எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையை மாற்றலாம். இந்த உருளைவிக் மின்னழுத் தத்தை மாற்றும் அமைப்பு, பொலிவு ஆட்சி (brightness control) எனப்படும். படம் 14.3-ல் மின்காந்த வகை எதிர்மின் எதிர்க் குழாயின் அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது.

இது அமைப்பில் மின்திரை எதிர்மின் எதிர்க்குழாயைப் பல விதத்திலும் ஒத்தது. மின்காந்த வகைக் குழாய் மற்றவையிட தீவரத்தில் சற்றுக் குறைந்தது. ஆனால், குழாயின் உருத்தும் பக்கத்தில் வம்பிச் சருக்கரை வலப்பதற்குத் தேவையான இடம் உள்ளது.

மின்காந்த வகைக் குழாயில் மின்திரை வகைக் எதிர்க் குழாயைப்போலவே தேர்மீன்வாய், உருளை, எதிர்மின்வாய் ஆகியவை. உண்டு ஆனால், தேர்மீன்வாய் ஒன்றே ஒன்றுதான். மின்திரை எதிர்க்குழாயிலுள்ள இரண்டாவது தேர்மீன்வாயின் எலெக்ட்ரான் ஒடுக்க வேகத்தை அகலா டாக் (apex ring) என்ற டூக் செய்கிறது. மின்காந்த வகைக் குழாய்க்கும், மின்திரை வகைக் குழாய்க்கும் உள்ள முக்கியமான வேறுபாடுகளாவன :

(1) தேர்வின்வாய் எலெக்ட்ரான் சுற்றறையைக் குவியுத்கியும், எலெக்ட்ரான்கள் ஸ்டிராக்சின் கருத்துதைச் சுற்றியுள்ள கம்பிச் சுருளில் உண்டாகின்ற காத்தப் புலங்களாகி குவிக்கப் படுகின்றன.

(2) நிலையின் தகடுகளுக்குப் பதிலாகக் கம்பிச் சுருளில் உண்டாகும் காத்தப் புலங்கள் எலெக்ட்ரான் சுற்றறையை மேலும் கீழும் பக்கவாட்டிலும் விலக்குகின்றன. படம் 14.4 இவற்றை விளக்குகிறது.

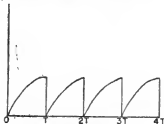


படம் 14.4

காத்தப் புலங்களால் எலெக்ட்ரான்கள் விலக்கம்.

எதிர்மின் சுதிச்சுழாயைப் பல்வேறு ஆராய்ச்சிகளுக்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். நமது வீட்டில் உபயோகப்படும் ஒரு வினாடிக்கு 50 சுற்று இரு திசை மின்னழுத்தத்தை  $P_1$  தகடுகளுக்கு ஊட்டினும், திசையில் வீழும் பொட்டு வினாடிக்கு 50 நடவை மேலும் கீழும் ஊசலாடும். இப்படி, வினாடிக்கு 50 நடவை ஊசலாடுவதை நம் கண்கள் தனித்தனியே காண இயலாது. அது ஒரு செங்குத்தான கோடுபோலவே நமக்குத் தோன்றும். இரு திசை மின்னழுத்தத்தின் ஊடிவத்தைக் கானவேண்டுமென்றால் பொட்டு மேலும் கீழும் செல்கையில் அதைப் பக்க வாட்டிலும் இரத்தக்கவேண்டும். இதற்கு  $P_2$  தகடுகளுக்குச் சீராக அதிகரிக்கும் மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கவேண்டும். ஆர்போது அலைவடிவம் கிடைக்கும்.  $P_1$  தகடுகளை Y-தகடுகள் என்றும்

$P_2$  தாடுகளை  $X$ -தாடுகள் என்றும் கூறுவர். ஏனெனில்  $P_1$  தாடுகள் எலக்ட்ரான்-களை  $Y$  திசையிலும்,  $P_2$  தாடுகள், எலக்ட்ரான்-களை  $X$  திசையிலும் இழுக்கின்றன.  $X$  தாடுகள் மின்னழுத்தம் அதிகரித்துக்கொண்டே போனால் பொட்டு வலம்புறமாகவே சென்று இறுதியில் திரைக்கு அப்பால் சென்றாலும், பொட்டு வலம்புறக் கோடிக்குச் சென்றதும் கூடவே அது இடம்புறக் கோடிக்கு வரும்படி செயல்படுவண்டும். இதற்கு  $X$  தாடுகள் மின்னழுத்தத்தைத் திடசென்று வழிவாக்கியிடவேண்டும். அதாவது  $XX$  தாடுகளுக்குப் படம் 14.5-ல் காட்டியதுபோல்



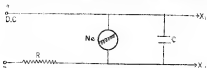
படம் 14.5

இரம்பப்பல் மின்னழுத்தம்

மின்னழுத்தத்தைத் தரவேண்டும். இது வடிவத்தில் ஓர் இரம்பத்தின் பற்களைப்போல் இருப்பதால், இதற்கு இரம்பப்பல் மின்னழுத்தம் (saw-tooth voltage) என்று பெயர். அங்ஙனம் வடிவம்-களை ஆராய்வதற்கு இத்தகைய மின்னழுத்தங்களை  $X$  தாடுகளுக்குக் கொடுக்கவேண்டும். பொட்டு சீரான திசை வேகத்தில் நகர்வதால் இதற்கு 'லோர்கோட்டுக் காலண்டர்' (linear time base) என்று பெயர்.

இத்தகைய மின்னழுத்தத்தைப் படம் 14.5-ல் காட்டியபடி மின்கற்றினால் பெறலாம். மின்கற்றில்  $C$  என்பது ஒரு மின்தேக்கி;  $Nr$  என்பது ஒரு நிவான் வினக்கு. இவை ஒன்றுக் கொன்று இணைப்பாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு திசை மின்னழுத்தத்தைக் கொடுத்தவுடன் மின்தேக்கி,  $R$  என்ற மின்தடை-யின்மூலியே மின்னேற்றமடைகிறது. எனவே, அதன்

மின்னழுத்தம் சீராக உயருகிறது. மிக்தேக்கியின் மின்னழுத்தம் உயர் 150 வேல்ட்டுகளானவுடன் மின்விளக்கு எரிகிறது. எனவே, மிக்தேக்கியின் மின்னூட்டம் சுழியாகிறது. உடனே திடீராக விளக்கு அணைந்து மிக்தேக்கி மறுபடியும் மின்னூட்டம் அடைப ஆரம்பிக்கிறது. இது அடுத்தடுத்து தடைபெறுவதால்



படம் 14.6

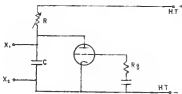
தேக்ககோட்டுக் காலவடிவ சுற்று

மிக்தேக்கியின் தகடுகள் இடையே மின்னழுத்தம் இரம்பப்பல் வடிவத்தில் உயர்ந்து சுழியாகி மறுபடியும் உயருகிறது. இது தடைபெறுகின்ற தேரம் மிக்தேக்கி, மிக்தடை ஆகியவற்றின் பெருக்கற்பலனுக்கு (CR-க்கு) நேர்விசிதத்தில் உள்ளது. எதிர் மின் சுதிர்க்குழாயில் இதை X தகடுகளுக்கும், ஆராயப்படும் ஆலைவடிவ மின்னழுத்தத்தை Y தகடுகளுக்கும் தரவேண்டும். ஆலைவடிவம் ஒளிர் திரையில் அகசயாமல் இருப்பதற்கு இரு வித தகடுகளுக்கும் தரப்படும் மின்னழுத்தங்களின் அடுக்கங்கள் சமமாயிருத்தல் வேண்டும். C-ன் மதிப்பையோ R-ன் மதிப்பையோ மாற்றி இரம்பப்பல் மின்னழுத்தத்தின் அடுக்கத்தை மாற்றலாம்.

ஒரு சீர்தர "தேக்ககோட்டுக் காலவடிவ" (ideal linear time base) ஒரு கதாட்ரான் மின்ருழாயினால் உருவாக்கப்படுகிறது. கதாட்ரான் மின்ருழாயின் கிரீடு, நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தை ஓர் அளவுபுறவரையிலுமே கட்டுப்படுத்துகிறது. இதற்குமேல் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் உச்சகட்டத்தை அடைகிறது. பிறகு கிரீடு நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தை மறுபடியும் கட்டுப்படுத்துகிறது. ஓர் உயர் மிக்தடை R-ம், ஒரு மிக்தேக்கி C-ம் ஓர் உயர் மின்னழுத்த இயந்திரிப்புடன் (HT supply) படம் 14.7-ல் காட்டியபடி தொடர் இணைப்புமுறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மிக்தேக்கி மின் தகடுகளுக்கு இடையே நேரன்றும் மின்னழுத்தம் கதாட்ரான் மின்ருழாயின் நேர்மின்வாய், எதிர்மின்வாய் இயந்திரிப்புகளிடையே செலுத்தப்படுகிறது. கிரீடுக்குத் தேவையான எதிர்மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கவேண்டும். உயர் மின்னழுத்த இயந்திரியை இணைக்கும்பொழுது மிக்தடைவழியே ஒரு மின்னோட்டம்



தெழ்ந்து, மின்தேக்கி மின்னூட்டம் பெறுகிறது. எனவே, அதன் தகடுகளுக்கிடையே ஒரு மின்னழுத்தம் உருவாகிறது. இந்த மின்னழுத்தம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை அடைந்தவுடன்



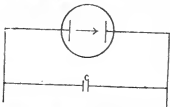
படம் 14.7

தொட்டரன் தேர்க்கோட்டுக் காலவடிவு

மின் தேக்கியில் மின்னிறக்கம் நிகழ்கின்றது. எனவே, தேர் க்கியிலுள்ள மின்னூட்டம் விரைவாக அநிலகிக்கின்றது. ஏனெனில், தேர்மின்வாய் மின்னூட்டத்தின்மேல் கிட்டு தனது கட்டுப் பாட்டை இழந்துவிடுகிறது. இதற்குள் மின்னூட்டம் உச்ச நிலையை அடையவே மின்தேக்கி மறுபடியும் மின்னூட்டம் பெற்று தேர்மின்வாய் மின்னூட்டத்தின்மேல் தனது ஆட்சியைத் திரும்பப் பெற்றுவிடுகிறது. இது திரும்பத் திரும்ப நிகழ்கிறது. மின்தேக்கியின் தகடுகளுக்கிடையே மின்னழுத்தம் தேர்க் கோட்டுக் காலவடிவின் அடிப்படையில் உயருகிறது; மறுபடியும் சுழியாகி மறுபடியும் உயருகிறது. இதன் கால மின்னழுத்த வளைகோடு (time voltage curve) இரம்பப்பல் வடிவத்தில் அமைகிறது. இந்த இரம்பப்பல் மின்னழுத்தத்தின் அடுக்கம்  $CR$  பெருக்கற்பலனாகப் பொறுத்திருக்கும்.  $C$  யை நிலையாக வைத்துக்கொண்டு  $R$  ன் மதிப்பை மாற்றி  $CR$  ன் தகுந்த மதிப்பு வரைப் பெறலாம். இந்த இரம்பப்பல் மின்னழுத்தம் எதிர்மின் எதிர்க் குழாயின்  $X$  தகடுகளுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது.

எதிர்மின் எதிர்க் குழாயை அலைவடிவவகையின் ஆராயவும் அடுக்கவகையாகக் கண்டுபிடிக்கவும் தேடியோ, ராடர் இவற்றின் பற்றி, ஏற்படுகின்ற ரேதிக்ஷன் வளிமண்டலத்தின் அடுக்குகளை ஆராயவும் உபயோகிக்கலாம். இத்துடன் ராடர், தொலைக் காட்சிக் கருவிகளில் எதிர்மின் எதிர்க்குழாய் மிக முக்கிய அங்கம் வகிக்கிறது.

படம் 14.6 க் காட்டப்பட்ட காலவடிவ் சுற்றம்பந்தி மேலும் சீர்திது பார்க்கோம். இந்தச் சுற்றம் உண்டாகிற் மின்னழுத்தம் எதிரின் அதிர்சு குழாயின்  $X$  தகடுகளுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. இது படம் 14.8 க் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 14.6

எதிரின் அதிர்குழாய்க் தேர்க்கோட்டுக் காலவடிவம்

தொடக்கத்தில் ஒளிப்பொட்டு திரையின் இடப் பக்கத்தில் இருப்பதாகக் கொள்வோம். மிக்தேக்கி மின்னூட்டம் பெறும் பொழுது ஒளிப்பொட்டு வலப்புறமாக தரும்; மிக்தேக்கி



படம் 14.8

கால அளவு கோல்

மின்னிறக்கம் அடைவதொழுது ஒளிப்பொட்டு வெகு விநாவாக இடப் பக்கத்தை நோக்கிப் பறந்து செல்லும். மிக்தேக்கியின் கருக்கிடையே யுள்ள மின்னழுத்தம் சீர்திவிடும். என்நெல்

வாய் ஒன்று பார்த்தோம். மின்னழுத்தம் சம அளவில் மாறுபடும் பொழுது ஒளிப்பொட்டு சமதூரங்கள் தரும். ஆகவே, தொடக்கத்தில் மின்னழுத்தம் விநியோகவும், பிரகு மிக் மெதுவாகவும் மாறுபடுவதாக, கால அளவு கோல் படம் 14.9 க் காட்டியபடி தோன்றும்.

- 2) சரியான நெடுக்கக்கவல் (perfect linearity) பெறுவதற்கு மிகநேக்கி மின்னழுத்தம்  $V_c$  காலத்துடன் நேர்க்கோட்டு ழுறையில் அதிகரிக்கவேண்டும். அதாவது,

$$\frac{dV_c}{dt} = \text{மாறிலி } K.$$

ஆனால்,  $V=Q/c$ . எனவே, நேரத்துடன் மின்னூட்டம் மாறுபடுகின்ற தகவு மாறிலி ஆகிறது.

$$\frac{d(Q)}{dt(c)} = K = \frac{dV_c}{dt}$$

- 3) ஆனால், மிகநேக்கமில் மிகநேக்குதற்கு  $C$  ஒரு மாறிலியாகும். ஆகவே,

$$\frac{d(Q)}{dt(c)} = \frac{1}{c} \cdot \frac{dQ}{dt} = K.$$

$$\therefore K = \frac{1}{c} \text{ ic.}$$

- இங்கு  $ic$  என்பது மிகநேக்கமில் மின்னூட்ட மின்னோட்டம் ஆகும். இவ்வாறு  $V_c$ -வை ஒரு நெடுக்கக்கவல் மாற்றுவதற்கு மின்னூட்ட மின்னோட்டம் ஒரு மாறிலியாக இருக்கவேண்டும். எக்ஸ்பொனென்ஷியல் காலவடிவில் மின்தடை-டான  $R$  ஐ ஒரு ஒரு நெமிட்டிய டயோடு அல்லது ஒரு மின்னழுத்த பெல்போடு போன்ற ஒரு நிலையான மின்னோட்டக் கருவியாக அட்புறப்படுத்த வேண்டும். இதைப்பற்றி விவரம் வேறொரு பகுதியில் கூறப்படும்.

காலவடிச் சுற்றுகள் குறிப்பிட்ட குத்தில்களுக்குத் தகுந்தார் போல் தொலை இயக்க இரம்பப்பல் அலைவிவற்றிகளாகவோ, தாமே இயக்கும் இரம்பப்பல் அலைவிவற்றிகளாகவோ பயன்படுகின்றன. தொலை இயக்க இரம்பப்பல் அலைவிவற்றிகள் ஓர் இயைபுப் பொருத்தத் துடிப்பினால் தொடக்கி வைக்கப்படுகின்றன. எனவே,

திரையில் ஒளிப்பொட்டின் அசைவானது துடிப்பு இயந்திரின் அடுக்கத்தோடு ஒத்து இருக்கிறது. இது ராடார், தொலைக் காட்சி (television) ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது. இது ராடார், தாமிர வியங்கும் அலைவியற்றின் உண்டுபண்ணும். காலவடிவின் விநாயக இயக்கம் மின்சுற்றில் சில மாறுதல்கள் செய்யப்படுவதாக எட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இவ் வகைகள் ஆசிலோஸ்கோப்புகளில் பயன்படுகின்றன.

காலவடிவியற்றினால் மின்னோக்கி மின்னிறக்கம் அடைகின்ற பாதையின் மின் தடைமைய மிக மிகக் குறைவாக வைத்திருப்பது ஒரு கடினமான செயலாகும்; நேர்முக விநாயகமும், விநாயக மீள்கின்ற நேரத்திற்கும் உள்ள தகவு மிக ஆகியதாக இருக்கும். கைராட்சிகள் மின்னொழாயைப் பயன்படுத்தித் தொழிப்படுகின்ற ஓர் இயந்திரின் விநாயக மீள்கின்ற நேரம் வாயுவின் அயனி இரக்க நேரத்தையிடக் குறைவாக இருக்க முடியாது. எனவே, தகவு

$$= \frac{\text{நேர்முக விநாயக நேரம்}}{\text{விநாயக மீள் நேரம்}}$$

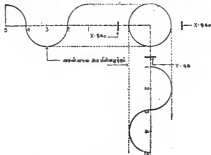
செய்முறையின் அடுக்கம் அதிகரிக்க அதிகரிக்கக் குறைகிறது. இத்தகைய காலவடிகள் விநாயகக் 40 அல்லது 50 கிரேசைக்கின்றனவாக இருக்கும்பொழுது பயனற்றவை ஆகிவிடுகின்றன. இந்த நிலையில் கடின மின்னொழாய் இயந்திரின் தன்மை செயற்படுகின்றன. பக்கின் எண்பவராக கொடுக்கப்பட்ட மின் சுற்று எந்தவித இடைத்தரும் இல்லாமல் விநாயகக் 2,50,000 சுற்றுகள்வரை உண்டாக்குகிறது.

வேறுவகைக் காலவடிகள்:

சில இடங்களில், குறிப்பாக ராடாரில், எக்ஸ்பென்சென்ஷியல் அல்லது நெடுக்கை வகையினத் தனி வேறு வகைக் கால வடிகளும் தேவைப்படுகின்றன. அவை வட்ட (circular), சுருள் வில் (spiral), ஆரக்காக (radial) காலவடிகளாகும். அவற்றைப்பற்றிச் சுருக்கமாக இங்கு காண்போம்.

எக்ஸ்பென்சென்ஷியல் போலவே வட்டக் காலவடியும் நிகழ்ச்சிகளின் நேரங்களை ஒப்பிடப் பயன்படுகின்றது. இதில் படம் 14.11 க் காட்டியுள்ளதுபோல் X, Y அச்சங்களுக்கு ஒரே வகை வடிவ மின்னொத்தத்தின் தாங்கிக் ஒரு பகுதியைக் கொடுக்கிறோம். இந்தப் பகுதியைப் பெறுகின்ற முறை படம் 14.11 க் காட்டப்பட்டுள்ளது.

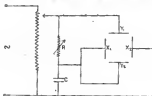
$X, Y$  திசைகளில் கொடுக்கப்பட்ட தசைவடிவ மின்னழுத் தங்களின் செயலுறு வீச்சுக்கள் சமம் என்றும்,  $X, Y$  தசைகளின் ஒன்றனுடையதுக்கு ஒரு திருத்தம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது



படம் 14.10

வட்டக் காலவடிவ

என்றும் கொண்டால், மின்னழுத்தங்கள் 50 டி.சி. அல்லது 270 டி.சி. வட்டமேதத்தில் இருக்கும்பொழுது எதிர்மின் உதிர்க்குழாயின் திசையில் ஒரு வட்டம் கிடைக்கும். படம் 14.11 க்



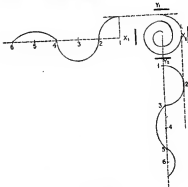
படம் 14.11

வட்டக் காலவடிவச் சுற்று

வட்டப்பட்டுள்ள மின்சுற்றிலுள்ள மிதநடை  $R$  ன் மதிப்பு  $1/\omega C$  க்குச் சமமாக இருத்தல்வேண்டும். மற்றவரை வீச்சு

கனுக்கும், கட்ட பேதல்கனுக்கும் வடிவம் ஒரு நீள் வட்டமாக (ellipse) இருக்கும்.

ஒரு சிறிய குழாயின் நீளத்தில் ஒரு நீண்டவடிவ ஒலிப் பொட்டை ஒரே சமயத்தில் பெற்றால் அது கருள் வடிவக் கால வடிவாக் குறிக்கும். ஒரு கருள் வடிவக் காலவடிவ உற்பத்தி



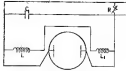
படம் 14.18

கருள் வில் காலவடிவ

செய்வதற்கு ஒரே அடுக்கமுடைய காலவடிவ மின்னழுத்தம் தாக்கிலொரு பகுதினொகத்தேவை. இது படம் 14.18-ல் காட்டப் பட்டுள்ளது.

படம் 14.18-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது போன்ற ஒரு மின்சுற்று கருள்வடிவக் காலவடிவ உற்பத்தி செய்வத் தகுந்ததாகும். இந்த அலைவுச் சுற்றில்  $L$ ,  $L_1$  என்ற கம்பிச் சுருள்களும்,  $X$  தகடுகளும் உள்ளன; குறுகிய நீண்ட சதுரவடிவ இசைவுப் பொருத்தமுடைய துடிப்புகள் அலைவுச் சுற்றை இயக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை  $C$ ,  $R$  ஆகியவற் றிடையே தடையுறு தாக்கிலொரு பகுதி வடிவுடைய அலைவுறு

மின்னழுத்தம் பழுதினைத் தொற்றுவிக்கின்றன. வட்டக்கால வடிச் சுற்றுகளையும், நேர்க்கோட்டுக் காலவடிவச் சுற்றுகளையும் தக்கவடி பவன் படுத்தியும் அனல் வடிவக் காலவடிவைத் தவரிக் கவரம்.



படம் 14.18

அனல் மீல் காலவடிச் சுற்று

ஆரக்கால் காலவடிச் சுற்று ராடாரில் பலவிதங்களில் பவன் படுகிறது. ஒரு நேர்க்கோட்டுக் காலவடிச் சுற்றைத் திரையில் மையத்திலிருந்து விளிம்புவரை தொழிற்படுத்துகிறோம். இதன் விளைவை ஒரு சக்கரத்தின் வாகுகள் சுற்றுவதுபோலத் தொடர்ந்து விளையாடச் சுற்றுகிறோம். எனவே, திரையில் ஒளிப்பொட்டு மையத்திலிருந்து புறப்பட்டுத் திரையின் ஓரத்திற்குச் செல்லும். சொட்டு செல்லும் பாதை நேர்க்கோடாகத் தெரியும். ஏரியல் நிலையாக ஒரு திரையை நோக்கி இவ்வாறாக் சுழன்று கொண்டிருக்கும்பொழுது, காலவடிச் சுற்றும் திரையின்மீது சுழலும். இத்தகைய காலவடிச் சுற்றுகள் ராடாரில் பவன் படுகின்றன.

### மாடுதிக் கணக்குகள்

1. ஓர் எதிர்பின் கடிகர்க்குழாயில் 4 செ.மீ தளமுள்ள ஒரு ஜோடித் தாடுகள் 5 செ.மீ. இடைவெளியில் இருக்கின்றன. ஒளித் திரைக்கும் தாடுகளுக்கு மிடையேயுள்ள தூரம் 18 செ. மீட்டர்களாகும். நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் 2000 வோல்ட்டு களாகும். 20 வோல்ட்டு மின்னழுத்தம் எலெக்ட்ரான்களின்மீது ஏற்படுத்துகின்ற விசைச்சுத்தையும், புறச்சுத்தைவிட்டு வெளிவரும் பொழுது மின் குழாயின் ஆர்சிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் விவரும் கொணத்தையும் கணக்கிடு.

$$\text{கொத்த விசைவம் } d = \frac{Vd}{E V_0 S} \left[ \frac{1}{2} I + D \right]$$

இங்கு  $Vd$  = மின்னழுத்தம்.

$V_a$  = தேர்வின்வாய் மின்னழுத்தம்.

$l$  = தாடுகளின் தளம்.

$S$  = தாடுகளுக்கிடையேயுள்ள தூரம்.

$D$  = தாடுகளுக்கும் ஒளித்திரைக்கு மிடையேயுள்ள தூரம்.

$d$  = மோத்த விலக்கம்.

$$\begin{aligned}\text{மோத்த விலக்கம் } d &= \frac{20 \times 4}{2 \times 2000 \times 0.5} \left[ \frac{1}{2} \times 4 + 19 \right] \\ &= \frac{18}{76} = 0.72 \text{ செ.மீ.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{புரல் } \phi &= \frac{d}{\sqrt{1+D}} = \frac{Vd}{2V_a S} \\ &= \frac{20 \times 4}{2 \times 2000 \times 0.5} \\ &= 0.04 \\ \phi &= 2^\circ 16'. \end{aligned}$$

2. ஒர் எதிரின் கதிர்களுழாய்க் 2 செ.மீ. தளமுள்ள ஒரு ஜோடித் தாடுகள் 5 செ.மீ. இடைவெளியில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. தாடுகளின் மையத்திலிருந்து ஒளித்திரை 24 செ.மீ. தூரத்திலுள்ளது. தேர்வின்வாய் மின்னழுத்தம் 1000 வோல்ட்டு களாகும். 80 வோல்ட் மின்னழுத்தம் ஏற்படுத்துகின்ற விலக்கத்தையும், எலெக்ட்ரான்கள் புறக்கதவிட்டு நீங்கும்போது அவற்றின் திசைக்கும் மிக்ளுழாய்க் அச்சக்குமிடையில் உள்ள கோணத்தையும் எலெக்ட்ரான்களின் திசைவேகத்தையும் கணக்கிடு.

விலக்கத்தைத் தோராயமாக  $d = \frac{VdD}{2SV_a}$  என்று குறிப்பிடலாம்.

$$\begin{aligned}d &= \frac{VdD}{2SV_a} \\ &= \frac{80 \times 2 \times 24}{2 \times 0.5 \times 1000} \text{ செ. மீ.}\end{aligned}$$



$$= 1.44 \text{ செ. மீ.}$$

$$\text{டான் } \phi \frac{d}{D} = \frac{Vol}{2SV_0}$$

$$= \frac{80 \times 2}{2 \times 0.6 \times 1000} = 0.06.$$

$$\phi = \text{டான்}^{-1} \quad 0.06 = 8^\circ 28'$$

$$\text{நிசை வேகம்} = v = \sqrt{\frac{2eV_0}{m}}$$

$$= 5.94 \times 10^8 \sqrt{V_0} \text{ மீட்டர்/வினாடி.}$$

$$= 5.94 \times 10^8 \sqrt{1000}$$

$$= 18.78 \times 10^8 \text{ மீட்டர்/வினாடி.}$$

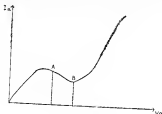
### வினாக்கள்

1. ஓர் எதிரின் கதிர்க்குழாயின் அமைப்பைப் படம் வரைத்து விளக்குக. அது தொழிற்படும் விதத்தை விவரி.
2. ஓர் எதிரின் கதிர்க்குழாயின் பகுதிகளை விவரி. அதன் உபயோகங்களில் சிலவற்றைக் கூறுக.
3. ஒரு தேர்க்கோட்டுக் காலவடிச் சுற்று என்பதை விவரிக்க. அது எவ்வாறு தொழிற்படுகிறது என்பதை விளக்குக. இத்தச் சுற்று ராடாரில் எப்படும் பயன்படுகிறது?
4. எதிரின் கதிர்க்குழாயில் ராடார் துடிப்புகள் பெறப்பட்டு அவை அறிவப்படும் முறைவைச் சுருக்கமாக விவரி.
5. சிறுநிற்பு வரைக :
  - (a) எலெக்ட்ரான் தூப்பாக்கி.
  - (b) மின்நிலை, மின்னியக்க வெள்ககள்.
  - (c) ஒளித் திரை.
  - (d) தேர்க்கோட்டுக் காலவடி.
  - (e) கருவியில், ஆரக்காலவடிகள்.
  - (f) எதிரின் கதிர்க்குழாயில் அலைவடிவங்களின் கோதனை.

## 15. துவக்கிச் சுற்றுகளும் துடிப்புச் சுற்றுகளும் (Trigger and Pulsing Circuits)

தனி அலைவியற்றிகள் (relaxation oscillators) எதிர் மின் தடை அலைவியற்றிகள் (negative resistance oscillators) ஆகிய வற்றுடன்கூடத் துவக்கிச் சுற்றுகளும் (trigger circuits) எலெக்ட்ரான் இயலில் மின்னோட்டத்தைத் தூண்டுவதற்கும், துடிப்புச் சுற்றுகளிலும் (pulsing circuits) அதிக அளவில் பயன்படுகின்றன. எனவே, இத்தகைய சுற்றுகளைப்பற்றி ராடார் அறிய முற்படும்போது நாம் தெரிந்துகொள்ள வேண்டியது அவசியம்.

துவக்கிச் சுற்றுகளில் மின் குழாய்கள் பயன்படுகின்றன. மின்சுற்றுப் பகுதிகளின் குறிப்பிட்ட மதிப்பிற்கும் குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தங்களுக்கும் இரண்டு உறுதியான நிலைகள் கிடைக்க



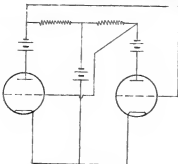
படம் 15.1

திரைகிரிடு மின் குழாய் பண்பியல் வளைகோடு

கின்றன. மின்னழுத்தங்கள், மின்னோட்டங்கள் ஆகியவை இத்தகைய சுற்றுகளில் குறிப்பிட்ட மாறுநிலை மதிப்புகளில் ஒரு

நிலைவிகித்து மற்ருகு நிலைக்குச் செல்வனா வேருகு குறிப் பிட்ட மாறுநிலைவிகித்து திரும்பவும் பழைய நிலைக்கு வரவோ தகுத்த ஁கறையில் இத்தகைய சுற்றுகள் அமைகின்றன. மின் ஁னூட்டம், மின்தகை ஆகியவற்றுக் கிடையேயான பண்பியல் வகைகோட்டில் எதிர்மித் தகைப் பகுதியையுடைய ஒரு மின் ஁ழாய், ஒரு துவக்கச்சுற்றில் பயன்பட உகத்ததாகும். இத்தகைய தன்மைகைய ஒரு தினாகிட்டு மின்குழாயில் (control grid valve) தேர்மீள்வாய் மின்னூட்டம், மின்னழுத்தம் ஆகியவற்றுக் கிடையேயான பண்பியல் வகைகோட்டில் காணலாம் (படம் 15.1).

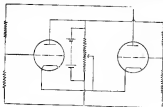
படம் 15.1 ஁ள்ள பண்பியல் வகைகோட்டில் A, B சுற்ற புள்ளிகளுக்கிடையே கோட்டில் வாட்டம் (slope) எதிர்மனா ஁ள்ளது. A, B க் களுக்கிடையே மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் ஁ரூறு மின்னூட்டம் குகறகிறது. எனவே, மின்குழாய் எதிர்மித் தகைகையப் ஁புற்றிருக்கிறது. என஁லும், தன்க் காவத்தில் உற்பத்தி ஁ரப்பப்படுகின்ற தினாகிட்டுக் குழாய்க் துவக்கச் சுற்றுகளில் அக்வனவாகப் பயன்படுகதிலும்.



படம் 15.2  
துவக்கச் சுற்று

படம் 15.2 க் ஒரு துவக்கச் சுற்றில் என்க அமைப்பு காட்டப்படுகிறது.

இரு மின்னூழாய்களும் ஒன்று மாதிரி ஒன்று செயற்படுகின்றன. ஒரு சமயத்தில் ஒரே ஒரு மின் னூழாய்தான் தேர் மின்வாய் மின்னோட்டத்தைச் சொல்கின்றது. ஒரே சமயத்தில் இரண்டு மின்னூழாய்களும் மின்னோட்டத்தைக் கடத்துவதாகக் கொள்வோம். அப்போது ஒன்றில் ஏற்படுகின்ற மின்னோட்ட அதிவிரிப்பு இணைப்பு சுற்றில் மின்னழுத்தப் பேதத்தை உண்டாக்குகிறது. எனவே, அடுத்த மின்னூழாயிலுள்ள கிரீடு எதிர் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கின்றது. தேர்வாய் மின்னோட்டம் குறைகிறது. (அதாவது ஒரு மின்னூழாயில் மின்னோட்டம் அதிகரித்தால் மற்றொன்றில் குறைகிறது). அதனால் இணைப்பு மின்தடையில் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கின்றது. இது மறுபடியும் மூலக் மின்னூழாயின் கிரீடு எதிர் மின்னழுத்தத்தைக் குறைக்கிறது. இந்த நிலைச்சி திரிசாகச் சேருகின்ற (cumulative) முறையில் நடைபெறுகிறது. ஆகவே, ஒரு மின்னூழாய் மூழுமைவாகக் கடத்தும்பொழுது மற்றொரு மின்னூழாய் மூழுமைவாக நின்ற விடுகிறது. இந்தச் சுற்று பலனியல் அதிர்வி (multivibrator), கிப் அஞ்சல் (Kipp's relay) ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது.



படம் 15.8

நடைமுறைத் துவக்கிச் சுற்று

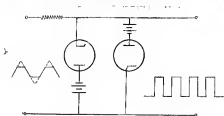
நடைமுறைவிலுள்ள ஒரு துவக்கிச் சுற்று படம் 15.8-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 15.8-ல் உள்ள மின்கல அடுக்குகள் இங்கு உபயோகிக்கப்படவில்லை. பதிலாகத் தகுந்த மின்தடையினை உபயோகித்து அவற்றைத் தக்க முறையில் இணைத்துச் சரியான கிரீடு மின்னழுத்தங்கள் பெறப்படுகின்றன. ஒரு மின்மாதிரி அல்லது ஒரு மின்மேக்கி ஆகியவற்றிலிருந்து கிடைக்கின்ற மின்னழுத்தம் அல்லது மின்சுற்றுகளிலுள்ள மின்தடைகளிலேற்படும் திடீர்

மாறுதல்கள் இத்தச் சுற்றை இயக்குவில்கும்... துவக்கச் சுற்றுகள் துடிப்புகள் தேவத்தை அதிகமாகவும் காலத்தைக் கட்டுப் படுத்தவும் மின்னோட்டத்தாகச் செயற்படுகின்ற கருவிகளை இயக்கவும் பயன்படுகின்றன. மேலும், மேலே கூறப்பட்ட சுற்று களை அதே மாறுதல்களுக்குட்படுத்தி தங்களுடையவாறு செயல்புரிய வைக்கலாம்.

தேவத்தினால் மின்னோட்டத் துடிப்புகள் (D.C. pulses)

இந்த ஆத்தியாவும் முழுவதும் துடிப்பு என்பது தேவத்தினால் மின்னழுத்தத் துடிப்புகளையே குறிக்கும். அவை படம் 15.4 ல் காட்டப்பட்டுள்ளதுபோல் உச்சநிலைகளை வடைத்து அதில் சிறிது தேரம் மாநிலமாக இருந்து மீறகு குறைகின்றன. ரேடியோ அடுக்கத் துடிப்புக்களைப்பற்றிப் பிறகு பார்க்கோம்.



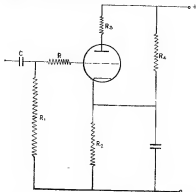
படம் 15.5  
செவ்வகத் துடிப்பு இயந்திரம்

படம் 15.4  
ஒருமிசைத் துடிப்பு

எளிய நீண்ட சதுர ஆலைகளைப் படம் 15.5 ல் காட்டியுள்ள அமைப்பைக் கொண்டு பெறலாம். இங்கு  $V_1$ ,  $V_2$  என்ற இரு டயோடு மின்னூதல்களின் தேவமின்வாங்குகளுக்கு நிலையான மின்னழுத்தங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன; அதாவது படத்தின் இடப் பக்கத்தில் கொடுக்கப்படும் மாறுதலை மின்னழுத்தத்தின் உதிப்பு ஏறக்குறைய தகடுகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் எதிர்மிக் னழுத்தத்திற்குச் சமமானவையாக இரண்டில் எந்த மின்னூத லும் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தாது.

மாறுதலை மின்னழுத்தம் தகடுகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்திற்கு எதிரான குறிவிடு உடையதாக இருக்க

வேண்டும் என்பதையும் இங்குக் குறிப்பிடவேண்டும். வெளிவரு அளவு (output) மின்னழுத்தத்துடன் உக்னிடு அளவு (input) மின்னழுத்தமும் இரண்டும் சமமாகும்வகையில் அதிகரித்து, அத் நிலையில் மின்னழுத்த மிக்ரோட்டத்தைச் செலுத்த ஆரம்பிக்கிறது.  $R_1$  என்ற மின்தடைமீல் ஏற்படும் மின்னழுத்தமேதம் உக்னிடு அளவு மின்னழுத்தம் மேலும் அதிகரிப்பதைத் தடுக்கிறது. வெளிவரும் தீண்ட சதுர வடிவ மின்னழுத்தம் படம் 15.6 க் வகைப் பக்கத்தில் தடித்த கோட்டினால் காட்டப்பட்டுள்ளது. வெளிவரு அளவு மின்னழுத்தத்தின் வீச்சு அதிகமாக அதிகமாக அலைமீள் அமைப்பும் தீண்ட சதுர வடிவத்திலிருந்து அதிகமாக மாறுபட்டிருக்கும். எனவே, சிறிதளவு வெளிவரு அளவு மின்னழுத்தத்தைப் பிறகு வேறொரு டியோடு மின்தையில் செலுத்திப் பெருக்க வேண்டும். இப்படிப் பல நிலைகளைத் தொடர்ந்து வைத்துக் கொண்டு வெளிவரு மின்னழுத்தத்தை உண்மையான தீண்ட சதுர வடிவத்திற்குக் கொண்டு வரலாம்.

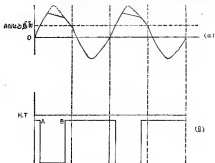


படம் 15.6

சதுர அலைவியற்றி

சதுர அலைகளை உண்டாக்கவல்லவகைத் வேறொரு மின்தையில் அமைப்பு படம் 15.6 க் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 15.6 க் மின்னழுத்தம் கிரிடுக்குத் தகுந்த மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுகிறது. மின்னழுத்த நேர்மீள்வாய் மின்னோட்டத்தின் வெட்டுநிலையில் (cut off) இருக்குமாறு  $R_3$ ,  $R_4$  ஆகிய மின்தடைகளின் மதிப்புகள் தேர்த்தெடுக்கப்படுகின்றன.  $B$  என்ற மின்தேக்கிவழியாக கிரிடுச் சுற்றுக்கு ஒரு தாசன் (bias) மின்னழுத்தத்தைக் கொடுப்பதாகக் கொள்வோம். ஊறுதிரை மின்னழுத்தம் சுழியிலிருந்து உயர்கின்ற நிலையைக் கவனிப்போம். வெட்டுநிலையை அடைகிறவரையில் கிரிடுன் மின்னழுத்தமும் தாசன் ஆலைவுடன் அதிகரிக்கும். இந்நிலையில்  $R_3$  என்ற மின் தடையில் ஒரு மின்னழுத்த பேதம் உண்டாகும். எதிர்மீள்வாயின் மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமாக கிரிடுன் மின்னழுத்தம்



படம் 15.7

தாசன் ஆலைவுத் செய்வை ஆலைவுத்

ஆளுல்வரையில் இந்த அதிகரிப்பு நிகழ்கும். பிறகு கிரிடு மின்னோட்டம் ஆரம்பிக்கிறது. இதனால்  $C$  என்ற மின்தேக்கியின் தகடுகள் மின்னூட்டம் பெறுகின்றன. கிடை அடுத்துள்ள மின்தேக்கியின் தகடு எதிர்மின்னூட்டம் பெறுகிறது. மின்தேக்கி  $C$  மின்தடை,  $R_1$  ஆகியவற்றின் குறியீட்டை மதிப்புகள் கிரிடு மின்னழுத்தம் மேலும் அதிகரிப்பதைத் தடுக்கின்றன. தாசன் ஆலையின் உச்சப்பகுதி  $R$  என்ற மின்தடையினால் கவரப்படுகிறது. கிரிடு எதிர்மீள்வாய் இரண்டும் சேர்த்து ஒரு டயோடாகச் செயல்பட்டுப் படம் 15.5 க் காட்டியதைப்போல உயர்ந்து தாசன்

மின்னழுத்தத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இங்கு நிகழ்கின்ற உக்ஸிடு மின்னழுத்த வேறுபாடுகள் படம் 15.7 (a) வ காட்டப்பட்டுள்ளன. உக்ஸிடு மின்னழுத்தத்தில் ஒவ்வொரு சுற்றிக் தேர்ச்சுறியில் ஒரு சிறிய பகுதியிலிருந்துமே மின்னூழாய் கடத்தும் நிலையிலிருப்பதால், தேர்மின்வாய்ச் சுற்றிக் மின்னோட்டம்  $R_1$  என்ற மின்தகடையில் படம் 15.7 (b) க் காட்டப்பட்டுள்ளதுபோல் மின்னழுத்த அலைவளை உண்டாக்குகிறது.

மின்னூழாய் வெட்டுநிலைக்குக் கொண்டு செல்லப்படுவதற்கு முன்பு தேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் சுழிவாகிறது. தேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் உயர் மின்னழுத்த நிலைமை (H. T. level) அடைகிறது. எனவே,  $R_2$  என்ற மின்தகடையில் மின்னழுத்த பேதம் ஏதுமில்லை. கிரீடில் மின்னழுத்தம் வெட்டு நிலையிலிருந்து சுழி மதிப்பிற்கு அதிவிரிக்கும்போது தேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் திடீரென உயர்ந்து  $R_3$  என்ற மின்தகடையில் ஒரு மின்னழுத்த பேதம் ஏற்படிக் உண்டாகிறது. படத்தில் A என்ற புள்ளியில் இது நிகழ்கிறது. இப்பொழுது கிரீடு மின்னோட்டம், கிரீடு மின்னழுத்தத்தை ஒடுக்கி, தேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் மாணாக வைக்கிறது. கிரீடு மின்னழுத்தம் சுழியாகும்வரையில் இதே நிலைமை நீடிக்கிறது. கிரீடு மின்னழுத்தம் சுழியாகும்போது தேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் வெகு வேகமாகக் குறைந்து தேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் உச்ச மின்னழுத்தத்தில் மூன்று அளவிற்குத் திடீரென உயருகின்றது. படத்தில் இது B என்ற புள்ளியில் நிகழ்கிறது. தேர்மின்வாய் மின்னழுத்த வேறுபாடுகள் (இவைதாம் தேவைவரான செல்வக வடிவத் துடிப்புகளாகும்) ஒப்பு நிலைமை கிரீடு மின்னழுத்த வேறுபாடுகளுக்கு (corresponding grid fluctuation)  $180^\circ$  கட்ட வேரத்தில் (phase difference) அமைந்துள்ளது குறிப்பிடத் தக்கது.

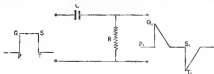
இந்த மின்சுற்றிலும் டயோடு மின்சுற்றைப் போலத் துடிப்புகள் பெருக்கப்பட வேண்டும். சாதாரணமான மின்தகட-மின்மேக்கி இணைப்புப் பெருக்கிவை (resistance capacity-coupled amplifier) இதற்குப் பயன்படுத்தலாம். ஆனால், துடிப்புகள் 'உருக்குவியாதவாறு பாதித்துக்கொள்ளவேண்டியது அவசியம்.

குறைந்த நேரத் துடிப்புகள் (Short duration pulses):

இதுவாறும் உற்பப்பிட்ட நீண்ட செல்வக வடிவத் துடிப்புகளிலிருந்து மிகக் குறுகிய நேரத் துடிப்புகளைப் படம் 15.8 க் காட்டியுள்ள மின்தகட மின்தேக்கிச் சுற்றைப் பயன்படுத்தி உண்டு பண்ணலாம். இந்தச் சுற்றில் R, C ஆகியவை மிகக் குறைந்த



மதிப்புடையவை. இந்தச் சுற்றிக் உடனீடு நேர்மின்னழுத்தம் திடீரென மாறிலும், மின்தேக்கி 'எக்ஸ்போனென்ஷியலாக' (exponentially) மின்னூட்டமோ, மின்விறக்கமோ அடைகிறது.  $P, Q, S, T$  என்ற ஒரு சதுர வடிவ ஆலை உடனீடு பகுதியில் கொடுக்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். பிறகு வெளிவரு பகுதியில் கிடைக்கும் ( $R$  என்ற மின்தடைமீது) மின்னழுத்தம் அதன்வழியே ஒடுகின்ற மின்னூட்டத்தின் அமைப்பை எக்ஸா விதத்திலும் ஒத்திருக்கும். இந்தச் சதுர வடிவ ஆலையை மின்தேக்கி  $C$  க்கும்



படம் 15-8  
பகுமின் சுற்று

கொடுக்கும்பொழுது, அதன் தகடுகளுக்கிடையே, மின்னழுத்தம் திடீரென உச்சநிலையை அடைவாமல்  $CR$  ஆகியவற்றின் மதிப்பு களைப் பொறுத்து ஒரே சீராக உயருகிறது.  $t$  வினாடிகளுக்குப் பிறகு மின்தேக்கியின் தகடுகளுக்கிடையேயுள்ள மின்னழுத்தம்  $V_c$  ஆனது  $V_c = (1 - e^{-t/CR})$  என்ற சமன்பாட்டினும் பெறப் படுகிறது. இங்கு  $V$  ஆனது கொடுக்கப்பட்ட மின்னழுத்தத்தின் உச்சமதிப்பாகும்.  $e = 2.71828 \dots$   $t$  க் மதிப்பை  $eR$  க் பெருக்கற்பலனுக்குச் சமமாக்கினால்,

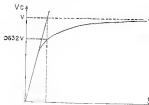
$$\begin{aligned} V_c &= V(1 - e^{-1}) \\ &= V(1 - 0.3678) \\ &= 0.6321 V \end{aligned}$$

அதாவது மின்தேக்கி  $CR$  வினாடிகளில் கொடுக்கப்பட்ட மின்னழுத்தத்தில்  $2/3$  பங்கு அடைகிறது.

மின்னழுத்தம்  $V_c$  க்கும் நேரத்திற்குமுள்ள தொடர்பு, படம் 15.9 க் காட்டப்பட்டுள்ளது.

93 நேர்மின்னழுத்தத்திலும் மின்தடைபுடனும் தொடர்பு முறைமில் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்தேக்கி ஒன்றில்

மின்னழுத்தம் உயரும் விரைவான இத்தப் படம் காட்டுகின்றது. வளைகோடு எக்சுபொனென்ஷியல் முறையில் இயல்பாகத் தேர்ந்தகொடாக இருக்குமானால் மின்னோக்கி  $CR$  வினாடிக்குமுற்பிறகு முழுவதான மின்னூட்டம் பெற்றுவிடும். படம் 15.5 உ் காட்டப்பட்டுள்ள  $C, R$  இவற்றின் மதிப்பு மிகக் குறைவு எனக் கொள்வோம். பிறகு நேர் மாறிலியும் (time constant) சிறியதாகவே இருக்கும். திடீரென்று உயருகின்ற மின்னழுத்தம்  $PQ, R$  ன் வழியே  $C$  க்கு அதிக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும்.  $R$  க்கினிடமிம் உண்டாகும் மின்னழுத்தம்  $P'Q'$  என்ற செங்குத்துக்

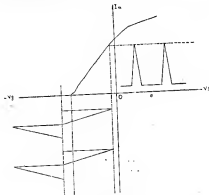


படம் 15.5  
மின்னழுத்த-கால வளைகோடு

கோட்டினால் குறிக்கப்படும். மின்னோக்கி அதிவேகத்தில் மின்னூட்டம் பெறுகிறது. எனவே, மின்னூட்ட மின்னோட்டம் (charging current)  $QS$  வினாடிக்குமுற்பிறகு நிலையாகிவிடுகிறது. மின்னோட்டத்தின் மின்னழுத்தம் சுழியாகும்போது மின்னோக்கி மின்னிறக்கம்வடைகிறது.  $R$  ன் மின்னழுத்தம் திடீரென எதிர்த்த திசையில்  $S \cdot T$  க்கு உயருகிறது. மறுபடியும் மின்னோட்டம் சுழியாகிறது. அடுத்த துடிப்பு வரும்வரையில் மின்னிறகு அமைதியாக இருக்கிறது. இந்த திகழ்ச்சிகள் திரும்பத் திரும்ப திகழ்கின்றன.

நிலை நேர் எதுர அலைகள் தேர்க்குறியும், எதிர்த்துறியுமான குறுகிய காலத் துடிப்புகளாக மாற்றப்படுகின்றன. இந்த முறைக்குப் பெயர் பகுத்தல் (differentiating) என்பதாகும். இந்த மின்சுற்று (படம் 15.5) பகுமின்குற்று (differentiating circuit) என அழைக்கப்படுகிறது.

மேற்கண்ட அமைப்பிலிருந்து கிடைக்கும் சுட்டி மூளைபோன்ற துடிப்புகளை (spiky pulses) தேர்வின்வாய் மின்னழுத்த வெட்டு திரைக்கப்பால் இயங்கும் மின் குழாய்களுக்குள் செலுத்தி இன்னும் சிறிய துடிப்புகளைப் பெறலாம். இம் முறை படம் 15.10 க் காட்டப்பட்டுள்ளது.

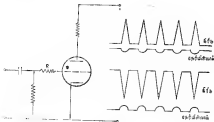


படம் 15.10  
சுட்டி மூளைத் துடிப்புகள்

சுட்டி மூளைத் துடிப்புகளின் மிகக் குறுகிய மூளைகள்மட்டுமே தேர்வின்வாய் மின்னழுட்டத்தை உண்டுபண்ணுகின்றன. இதன் விளைவாக தேர்வின்வாய் மின்னழுத்த வேறுபாடுகள் மிகக் குறுகிய எதிர்க்குறித் துடிப்புகளாக (negative going pulses) மாறுகின்றன. இம் முறையில் எவ்வா எதிர்க்குறித் துடிப்புகளும் அமுக்கப்படுவதாகத் தேர்வின்வாயின் நிலையில் மாறுதல் ஏற்படுவ திவிய.

படம் 15.11 க் காட்டியவடி சுட்டிமூளைத் துடிப்புகளை மின் குழாய்க்குள் தக்கவடி செலுத்தி அவற்றின் வடிவைச் செல்வக வடிவமாக்கலாம். சுட்டிமூளைத் துடிப்பு தேர்க்குறித் துடிப்பாக இருந்தால் கிரடுச் சுற்றில் ஒரு மின் தடைவை இணைத்துத் துடிப்

யின் உச்சி தீக்கப்படுகிறது. இந்த மின்தடை, துடிப்பின் தேர்வ் குர்வைக் கிசுத்துவிடுகிறது. ஁ட்டமுரீரத் துடிப்பு எதிர்த்துத் துடிப்பாக இருத்தாக் கிரீடுக் கற்றில் மின்தடை  $R$  தேவைவகிலீ, மின்னூராவை தேர்மின்வாய் மின்னூட்ட, வெட்டுதிலீக்கப்பாத் செலுத்தீத் துடிப்பின் குரீராவை வெட்டிவிடலாக். கிரீடு தேர்மின்வாய் மின்னூர்த்தக்களின் ஆரீ உருவக்கள் படம் 15.11 க் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 15.11

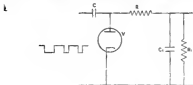
கிரீடு, தேர்மின்வாய் ஆரீவடிவங்கள்

தொகுத்தம் (Integration) :

கணிதத்தில் தொகுத்தம் என்பது, பகுத்தலின் எதிர்ப்பதமாகும். பகுத்தல் (Differentiation) என்பது எல்லாவற்ற கிரீவுகளாகப் கிரீத்தலீக் குதீக்கும்போது, தொகுத்தம் (Integration) என்பது எல்லாவற்ற பகுதிலீரீ ஒன்றாக் சேர்த்தலீக் குதீக்கும். தீண்ட் தேர்ச் செய்வகத் துடிப்புகளிலீருத்து குறுகியகால ஁ட்டமுரீரத் துடிப்புகளீர்ப் பகுமின் கற்று உண்டாக்குகிறது எனப் பர்த்தோம். தொகுமின் கற்று இதற்கு எதிர் மானுன செயலீச் செய்கிறது. பல குறுகிய தேர்த் துடிப்புகளிலீருத்து ஏற்கெனவே தீர்மானிக்கப்பட்ட ஒரு தீர்மான மின்னூர்த்தத்ததைத் தொகுமின் கற்று தயாரிக்கிறது.

படம் 15.12 க் பல எதிர்த்துத் துடிப்புகள்  $C$ ,  $R$ ,  $C_1$ ,  $R_1$ ,  $V$  ஆகியவை அடக்கிய ஒரு தொகுமின் கற்றுக்குக் கொடுக்கப் படுகின்றன.

ஒவ்வொரு துடிப்பின் ஆரம்பத்திலேயும் மிக்தடை  $R$  ன வழியே ஒரு மின்னோட்டம் சென்று, மின்தேக்கி  $C$  க்கு எதிர் மின்னூட்டத்தை அளிக்கின்றது. ஒவ்வொரு துடிப்பும் முடிவும் போது, அதாவது தேர்க்குறித் துடிப்பு ஆரம்பிப்பதற்குமுன்னும், மொத்தத் துடிப்பு மின்னழுத்தம்  $R_1$   $C_1$  ஆகியவற்றிற்கிடையே



படம் 15.12

### தொகுமின் சுற்று

மிக்கவாய்வுகின்றது. துடிப்பு உபகும்போது, மின்னூழாயின் தேர் மின்வாய் மின்னழுத்தமும் உயருகின்றது. அதற்குள் மின்னூழாய் உட்கத் ஆரம்பித்துவிடுவதால் இந்ததேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம், புவி மின்னழுத்தத்தைத் தாண்டுவதில்லை. தேர்மின்வாய் ஏறக் குறையப் புவி மின்னழுத்தத்தி் விருக்கும்போது மின்தேக்கி  $C$  மின்னூட்டம் பெறுகின்றது. எனவே, அதன் தகடுகளுக்கிடையே ஒரு மின்னழுத்தம் ஏற்படுகின்றது. இப்பொழுது தேர்மின்வாய்  $V$  புவி மின்னழுத்தத்தி் விருக்கின்றது. மின்தேக்கி  $C_1$  க் மீத்த மின்னூட்டம் (residual charge) உள்ளது. மின்தேக்கி  $C$  க் உள்ள மீத்த மின்னூட்டம் மின்தேக்கி  $C_1$  க் உள்ள மீத்த மின்னூட்டத்தை எடு செய்கின்றது. ஆனால், அவற்றுக்கிடையேயுள்ள மின்னழுத் தங்கள் சமமாவியுப்பதில்லை.

இந்தச் சுற்றில் அடுத்த துடிப்பு வரும்போது டயோடு மின்னூழாயின் தேர்மின்வாய் அநே அளவு எதிர்பின்னழுத்தத்தைப் பெறுகின்றது. இந்த மின்னழுத்தத்திற்கும், மின்தேக்கி  $C_1$  க் மேலுள்ள தகட்டின் மின்னழுத்தத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடு காரணமாக மிக்தடை  $R$  வழியே  $C_1$  க்கு ஒரு மின்னோட்டத் துடிப்பு செல்கிறது. இது மின்தேக்கி  $C_1$  க் உள்ள மின்னோட்டத்தை மூன்று இருத்ததையிட மேலும் உயர்த்துகிறது. மின்குறுக்குத் துடிப்புகளைத் தொடர்ந்து கொடுத்ததற்கொண்டே இருந்தால் இந்த ஁றை மிகும்பத் திரும்ப தகடுகிறது. மின்தேக்கி  $C_1$  மேலும் மேலும் மின்னூட்டம் பெறுவதால் ஒவ்வொரு துடிப்பின்குபோதும்



மிக் சுற்றிலிருந்து மின்னழுப்பக்குப் மின்னூட்டம் கொடுக்கப் படுகிறது என்பது விளங்கும். இந்தப் மின்னூட்டம் தேர்மின் வாழிலிருந்து கிட்டுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. கிரேடு, கிரீடு உடைய  $R_1$  மின்தேக்கி  $C$  ஆகியவை இணைக்கப் பட்டுள்ளன. இந்தச் சுற்றின் தொழிற்படு திறன்  $C, R$  இவற்றின் மதிப்புகளையும்,  $L, L_1$  ஆகியவற்றிற்கு இடையே உள்ள இணைப் பையும் பொறுத்தது.  $LC_1$  என்ற பெருக்கற்பலனின் மதிப்பைப் பொறுத்து இந்தச் சுற்று சைன் வடிவமுள்ள தொடர்ச்சியான அலைவுகளை உண்டாக்க முடியும்; அல்லது  $CR$ ன் மதிப்பைப் பொறுத்து அலைவுகளைச் சிறுசிறு குவியல்களாக விட்டுவிட்டு உண்டாக்க முடியும். இந்த நிலைக்குப் பெயர் தாமதத் தடுப்பு (lagging); இது தடுத்தலின்னும் (blocking) வேறுபட்டது. தடுத்தலின் அலைவுகள் ஓர் அரை சுற்றுக்குப் பிறகு தீவிரம் படுகின்றன. ஆனால், தாமதத்தடுப்பில் அலைவுகள் பல சுற்று களுக்கும் பிறகு தடுக்கப்படுகின்றன.

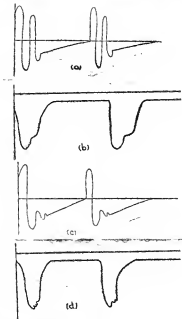
இப்பொழுது இந்தச் சுற்று தொழிற்படும் முறையைக் கவனிப் போம். கிரீடுச் சுற்று இசைவுப் பகுதிகள்  $L, C_1$  ஆகியவற்றின் மதிப்பைப் பொறுத்து  $L_1$  என்ற சுற்றிலிருந்து திகழும் மின் னூட்டத்தினால் மின்னழுப்ப அலைவுற ஆரம்பிக்கிறது. இந்த அலைவுகளின் வீச்சு வெகுவாக அதிகரிக்கிறது. அதை அகலாறு அதிகரிக்கும்போது கிரீடு மின்னூட்டம் கிரீடுத் திருத்தல் பணிகளைக் காரணமாக திகழ்கிறது. பிறகு சராசரி கிரீடு மின்னழுத்தம் வெகுவாக எதிர்க்குறிபாக மாறி இறுதியாக மின்னழுப்ப வேட்டு நிலையை அடைகிறது. இப்பொழுது அலைவுகள் நின்றவிடுகின்றன.  $C$  உடன் மின்னூட்டம்  $R$  ன் வழியே கசிகிறது. உடனே அலைவுகள் மறுபடியும் தோன்றுகின்றன. இந்த முழு திகழ்ச்சி களும் திரும்பத் திரும்ப திகழ்கின்றன.

நீய்வாறு ஒவ்வொரு சுற்றும் தொடர்ச்சியாகப் பல அலைவு களையும் பெற்றிருக்கிறது. அப்பொழுது கிரீடு விசைவாக எதிர் மின்னழுத்தத்தைப் பெறுகின்றது. பிறகு தீவிரத் தொத்திற்குச் சுற்று அமைதியாக இருக்கின்றது. இப்பொழுது மின்தேக்கி மீண்டும் எதிர்மின்னூட்டம் தேக்கிக்கு இணையாக உள்ள மின் தடை வழிவாகக் கசிகிறது.

கிரீடு, தேர்மின்வாய் ஆகியவற்றிலுள்ள மின்னழுத்தங்களின் அலை உருவங்கள் படம் 15.14 (a), (b) ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

குறுகிய துடிப்புகளை உண்டாக்குவதற்குவேண்டிய தடுப்பு நிலைமையை தடைமுறையில்  $C, R$  ஆகியவற்றின் மதிப்புகளைச் சரியாகத் தேர்ந்தெடுப்பதனாலும், தேர்மின்வாழிலிருந்து கிட்டுக் குப் மின்னூட்டத்தைச் சீர்தேய்தும் உருவாக்குகின்றனர்.

இப்பொழுதுமுதல் தேர்க்குறி அரைச் சுற்றிலேயே மிகநேக்கம் முழு அளவில் மின்னூட்டம் பெற்று விடுகிறது. எனவே, இரண்



படம் 16.14

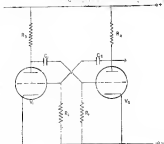
கிடு, தேர்மீள்வாய் மின்னழுத்த அலை உருவங்கள்

டாவது சுற்றினால் மின்னழுத்தை இலக்கவைக்க முடியாதிக்கூட. தேர்மீள்வாய் மின்னூட்டம் இந்த அரைச் சுற்றிலேயே ஒடுகிறது.



ஆகவே, குறுகிய எதிர்க்குறித் துடிப்புகள் நேர்மின்வாயில் உண்டாகப்படுகின்றன. கிசிடு, நேர்மின்வாய் ஆகியவற்றின் மின் அழுத்தங்களின் அலை உருவங்கள் படம் 15.14 (c) (d) க் காட்டப்பட்டுள்ளன.

இரண்டாவது வகை அலைவியற்றி பல்வேயல் அதிர்வி ஆகும். (multi vibrator) இந்தச் சுற்று பல்வேறு நேரங்களை உடைய சதுரத் துடிப்புகளை உண்டுபண்ணப் பயன்படுகிறது. ஒரு சரியான பல்வேயல் அதிர்விவின் அளவிய்வு படம் 15.15 க்

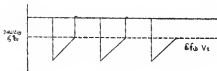
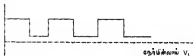


படம் 15.15  
பல்வேயல் அதிர்வி

காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த மின்சுற்று முக்கியமாக ஒரு மின் தகை இணைப்புப் பெருக்கியாகும். இந்தச் சுற்றில் ஒரு மின் குழாயின் உள்விடு அளவு மற்றதன் வெளிவிடு அளவுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு மின் குழாயும் 180 டிகிரி கட்டவேதத்தை உண்டுபண்ணுவதால் அளவிய்வு தொடர்ந்து அலைவுறுகின்றது.

$V_1$  மின் குழாய் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டவெட்டு நிலைக்கு அப்பாலும்  $V_2$  மின் குழாய் கடத்தக்கூடிய நிலையில் இருப்ப தாகவும் சொல்வோம்.  $C_1$ ,  $R_1$  ஆகியவற்றின் மதிப்புகளைப் பொறுத்து மின்நேக்கி  $C_2$  விசுவச மின்னோட்டம் கசிவுறுகின்றது. ஒரு நிலையில்  $V_1$  மின்னோட்டத்தைச் செலுத்த ஆரம்பிக்கும்.  $V_2$ க் வழியே செலுத்தித் த மின்னோட்டத்தினால்  $R_2$  க் ஒரு

மின்னழுத்தமேதும் ஏற்படும். இவ்வாறு  $V_1$ ன் தேர்மிக்வாயில் ஏற்பட்ட எதிர் மின்னழுத்தக் குறைவு  $C_1$  வழியாக  $V_2$  மின் குழாயின் கிரிடுக்குக் கொடுக்கப்படும். இதனால்  $V_2$  மெட்டு



படம் 15.16

பல்முக அதிர்வியின் மின்னழுத்த வரிசைகளுள்

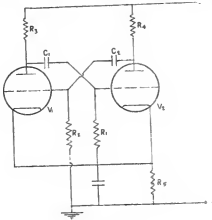
நிலைமை அமைவும். ஆகவே, தேர்மிக்வாய் மின்னழுத்தம் குறைந்து  $R_1$ க் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும். இந்த மின்னழுத்த

அதிகரிப்பு  $C_2$  வழியாக  $V_1$  இன் கிரீடுக்குக் கொடுக்கப்படும். அதனால்  $V_1$  க் தேர்மில்லாவிட மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும். இந்த மாற்றம் துரிதமாகவும் தொடர்த்தும் நடப்பதால் மின்னோட்டம்  $V_2$  விலிருந்து  $V_3$  க்கு மாறுகிறது.  $V_3$  இ் தேர் மில்லாவிட மின்னடை  $R_3$  மின்னொழாயின் அகமின் தடைவுடன் ஒப்பீடுப்போது மிக அதிகமாக இருக்குமானால், ஏற்படும் மின்னழுத்தம் உச்சநிலை மின்னழுத்தத்திற்கு ஏறக்குறையச் சமமாக இருக்கும். இது ஏறக்குறைய 800 வேல்ட்டுகள் வரை இருக்கும். இதை  $V_2$  வின் கிரீடுக்குக் கொடுக்கும் பொழுது, இந்தக் குழாய் குறைத்தது 270 வேல்ட்டுகளாவது தேர்மில்லாவிட மின்னோட்ட வெட்டுநிலைக்கு அப்பால் கொண்டு செல்லப்படும். மேலு  $C_1$  க் உடன் மின்னோட்டம் மின்கடத்தல் திறம்ப ஆரம்பமாவதற்குத் தேவையான அளவு  $R_1$  இ் வழியே கசிவுப்பவரையில் மின்னொழாய் வெட்டுநிலையிலேயே இருக்கும். ஒரு முழுச்சுற்றில்  $V_1, V_2$  மின்னொழாய்களின் பல்வேறு மின் வாய்களில் உடன் மின்னழுத்த வரிசையோடுகள் படம் 15.18 க் காட்டப்பட்டுள்ளன.

மேற்கண்ட வரிசையோடுகளைக் கொடுக்கின்ற சுற்றில்  $R_1 = R_2, R_3 = R_4, C_1 = C_2$  என்று எடுத்துக்கொள்ளப் பட்டுள்ளன. எனவே, அவை உருவங்கள் சமச்சீர் உடைபட வாகக் கிடைக்கின்றன. ஒரு சுற்றின் பாதியின் அலைவு நேரம்  $C_1(R_1 + R_2)$  வுடனும் மற்றப் பாதி  $C_2(R_3 + R_4)$  வுடனும் மாறுபடுகிறது. இவ்வு உயர் மின்னழுத்தத்தின் அகமின் தடை சுழியாக எடுத்துக்கொள்ளப்படும்.  $C_1(R_1 + R_2), C_2(R_3 + R_4)$  என்பன நேரமாநிலியாகும். ஒரு நேர மாநிலி மற்றதையிடச் சித்யதாக இருக்குமானால் ஓர் அரைச்சுற்று மற்றதையிடக் குறுகியதாக இருக்கும். இவ்வாறாகக் குறுகிய செவ்வக வடிவத் துடிப்புடன் ஒரு மின் குழாயின் தேர்மில்லாவிடில் உண்டாக்கலாம்.

பல்நிலை அதிர்விலின் திருத்தியமைக்கப்பட்ட, அமைப்பு சில சமயங்களில் தொடர்ச்சியான குறுகிய துடிப்புக்களிலிருந்து நீட்டப்படுத்தப்பட்ட நீளக்களையுடைய இடைவெளி வொருத்தமான (synchronizing) துடிப்புடன் உண்டாக்குவதற்குப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இந்தநகைய சுற்றின் அமைப்பு படம் 15.17 க் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதற்கு கிப் அஞ்சல் சுற்று (kipp relay circuit) அல்லது மிங் - எரூவியூ சுற்று (Mip - loop) என்று பெயர். சாதாரண பல்நிலை அதிர்விக்கும் இந்தச் சுற்றுகளும் ஒரு முக்கிய மான வேறுபாடு உண்டு. இதில்  $R_2$  வழியே செல்லுகின்ற  $V_2$  வின்

மிகஞேட்டத்திலும்  $V_1$  நேர்மின்வாய் மிகஞேட்டம் வெட்டு தலைக்கப்பாக் திறத்தப்படுகிறது. ஒரு குறுகிய எதிர்த்திரைத் துடிப்பு  $V_2$  க் இடைவாய்க்குக் கொடுக்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். இது  $V_1$  கை வெட்டுதலைக்குத் தக்கதாகும். எனவே, நேர்மின்வாய் மிகஞேட்டம் உயர்ந்து  $V_1$  க் கிரீடு

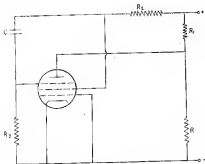


படம் 15.17  
எலு - விழு சுற்று

வெட்டு தலைக்கப்பாக் திறத்தப்படுகிறது.  $V_1$  உத்த ஆர்மிக் கிறது.  $R_2$  க் உண்டாகும் மின்னழுத்தம்  $V_2$  க் ஏதனெனவே உண் மின்னழுத்தத்துடன் சேருவதால் மிகஞேட்டம்  $V_1$  கிரீடுக்கு  $V_1$  க்கு மாறுகிறது. உத்தம் திருவ் ஆர்மிக்கு மனவு  $V_2$  கிக் கிரீடிலுண் மின்னழுத்தம் கசிகிறவனாகில் இதே நிலைமை திகக்கிறது. இது திகழ்த்தவுடன் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் குறைந்து  $V_1$  க் கிரீடு வெட்டு தலைக்கு ஆப்பாக் கொடு குடுத்த துலக்கித் துடிப்புக்குத் தயாராக் கற்று தக்

பலமுடி நிலையை யடைகிறது. கட்டுப்பாடு செய்யப்பட்ட துடிப்பின் வீச்சு, இந்த மின்சுற்றின் நேரவாழிவி  $C_1$ ,  $R_1$ , உயர் மின்னழுத்தம்,  $V_2$  மின் வெட்டுநிலை மின்னழுத்தம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தே அமைபும்.

மூன்றாவது வகை ஆலைமியற்றி டிரான்ஸிட்டான் (transitron) ஆகும். இதனுடைய அமைப்பு படம் 15.18ல் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.



படம் 15.18  
டிரான்ஸிட்டான்

இது குறுகிய சதுரவடிவமுடைய மின்னழுத்தத் துடிப்புகளை உண்டாக்கப் பயன்படுகிறது. பென்டோடு மின்னழுத்தம் கிரீடின் மின்னழுத்தத்தை மாலுமலும் அடக்கு கிரீடின் மின்னழுத்தத்தை நேர்க்குறிக்கு விடாமலும், நேர்மின்வாய், நிறை கிரீடு இவற்றின் மின்னோட்டங்களை நிலையாகவும் வைத்திருப்பதே இந்தச் சுற்றின் தத்துவமானும். கிரீடு புனியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அடக்கு கிரீடு உறுதியான நிலையில் புலி மின்னழுத்தத்துடன் உள்ளது. இப்பொழுது அடக்கு கிரீடு சிறிதளவு எதிர்க்குறி பெறுவதாகக் கொள்வோம். அதனால் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் குறையும். நிறைகிரீடு மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும். எனவே,  $R_2$  னில் மின்னழுத்தம் குறையும். இது எதிர்மின் துடிப்பாக  $C$  வழியே அடக்கு கிரீடுக்குக் கொடுக்கப்

படும். இது அடக்கு கிரியை எதிர்மின்னழுத்தத்தை மேலும் அதிகரிக்கும். உண்மையில் மின்சுற்று ஒருபோக்குச் சுற்றாகத் (one valve kipp) தொழிற்படுகிறது. திரை கிரியை மின்னழுத்தக் குறைப்பு நீடித்து நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் ஆறவே நின்று விடுகின்றது. இப்பொழுது  $R_2$  மின் வழியே மிக அதிக அளவு மின்னோட்டம் திரைகிரியை அடைகின்றது. மேலும் இப்பொழுது  $R_2$  வழியே மின்னோட்டி C மறுபடியும் மின்னோட்டம் பெறுகிறது.  $C_1$ ,  $R_1$  ஆகியவற்றின் மதிப்பைப் பொறுத்துச் சிறிது நேரம் கழித்து அடக்கு கிரிடு ஒரு மின்னழுத்தத்தைப் பெறுகிறது. இந்த மின்னழுத்தத்தில் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் நிரம்பவும் ஆரம்பிக்கிறது. எனவே, திரைகிரிடு மின்னோட்டம் குறைகிறது. இதனால் திரை மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. இது C வழியே அடக்கு கிரிடுக்கு மாற்றப்படுகிறது. இது நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தை மேலும் அதிகரிக்கிறது. இந்த திசுச்சிகல் தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றன.

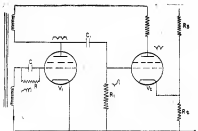
மின்சுற்றின் பாகங்களை மிகக் கவனமாகத் தேர்ந்தெடுப்பதன் மூலம் நேர்மின்வாய்க்கிருத்து திரைச் சுற்றிற்கும் திரைகிரிக்கு நேர்மின்வாய்ச் சுற்றிற்கும் மின்னோட்டத்தை வெறுவிரைவாக மாற்றலாம். எனவே, மிகக் குறுகிய நேர்மின்னழுத்தத் துடிப்புடன் மின்னோட்டின் நேர்மின்வாய்க் உண்டுபண்ணலாம்.

மிகக் குறைந்த செல்வக வடிவத் துடிப்புக்கான உண்டுபண்ணப் பவ மின்னோட்டங்கள் அடங்கிய சுற்றுகளை உபயோகிக்கின்றனர். அவற்றின் தத்துவங்களே இதுவாறும் விவரமாகக் கூறப்பட்டன. சாதாரண ரேடியோவின் ஆளுகை அலைவியற்றி (master oscillator) யில் செலியுறு அடுக்கப் பேச்சுகளை அம்பலது இரை பொலிகளைப் பண்டிதக்கம் செய்கிறோம். ஆனால், ராடர் பரப்பினில் தொடர்ச்சியான ஒழுங்கான மின்னழுத்தத் துடிப்புக்களைப் பயன்படுத்துகிறோம். எனவே, சமநிலைவெளிகளில் குவியல் குவியல் களாக ரேடியோ அடுக்க ஊர்தி அலைகள் வானவெளியில் செலுத்தப்படுகின்றன. எனவே, ராடர் பரப்பினிலுள்ள பண்டிதக்களை மின்னழுத்தக் கட்டுகன்கிருத்து ஆற்றலை எடுத்துத் தகுதியான மின்னழுத்தத் துடிப்புக்களாக மாற்றுகின்ற கருவிகள் என அழைக்கலாம்.

பெருவாரியான பரப்பிகள் தனித்தனிய் பண்டிதக்கத் தொகுதிகளால் பயன்படுத்துகின்றன.

படம் 15.19 ஓர் எளிய இரு மின்னோட்டச் சுற்றைக் காட்டுகிறது. இதைப் பயன்படுத்திச் சில எம்ப்ரோ விலுக்கள் நேர்

மூலைய எதிர்க்குறித் துடிப்புகளை உண்டாக்கலாம். மின் சுற்றின் அந்தந்தப் பகுதிகளில் உண்டாகும் மின்னழுத்தங்களின் அலை வடிவங்கள் ஆங்காங்குக் காட்டப்பட்டுள்ளன.  $V_1$  ஒரு தடுப்பு அலைவியற்றியாகும். தேர்மின்வாய்க்கும் கிசிக்குடும் ஒரு மின் மாற்றியினும் இணைப்பு ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளது.  $R, C$  இவற்றின் மதிப்புகள் ஒர் அளவு அலைவிர்ப்பு சிறகு மின் குழாய் திரும்படி வாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே, மின் குழாய் கடத்தும்போது குறுகிய எதிர்க்குறித் துடிப்புகள் தேர்மின்வாயில்



படம் 15.19

எதிர்க்குறித் துடிப்புகளை உண்டாக்கும் இடமின் குழாய்ச் சுற்ற

உண்டாகின்றன. இந்தத் துடிப்புகள்  $C_1, R_1$  அடங்கிய பகுதிச் சுற்றுக்குக் கொடுக்கப்படுகின்றன. எனவே,  $V_1$ யின் கிசி, தேர் குறியும் எதிர்க்குறியுமான சுட்டியனைத் துடிப்புகளைப் பெறு கின்றது. ஒவ்வோர் சுட்டியனைத் துடிப்பும்  $V_1$ ன் தேர்மின் வாயிலிருந்து துடிப்பைவிடக் குறுகியகால அளவை உடையது.  $R_1, R_2$  ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி  $V_2$  சிறகு மின்னழுத்தம் கொடுக்கிறோம். தேர்க்குறித் துடிப்புகளின் உச்சிகளின்மீட்டுமே மின் குழாயைக் கடத்தும் நிலைக்குக் கொண்டு வருகின்றன. ஆகவே, அதிக அளவு எதிர்க்குறித் துடிப்புகள் (மிகமிகக் குறுகிய கால அளவுடையவை) மின் குழாயின் தேர்மின்வாயில் நோக்கு கின்றன.

### வினாக்கள்

1. ஒரு துவக்கிச் சுற்றின் எளிய அமைப்பைப் படம் வரைத்து விளக்குக.
2. எளிய நீண்ட சதுர வடிவ அலைவுகளைப் பெறுவதற்குரிய அமைப்பைப் படம் வரைத்து விளக்குக.
3. சதுர வடிவ அலைவுகளை உண்டாக்குவதற்குரிய மின் சுற்றைப் படத்துடன் விளக்குக.
4. நீண்ட செங்கு வடிவத் துடிப்புகளிலிருந்து குறுகிய நேரத் துடிப்புகளை எவ்வாறு பெறுவாய்?
5. ஒரு பளுமின் சுற்றைப் படத்துடன் விளக்குக. இந்தச் சுற்றிலிருந்து எட்டி மூளைத் துடிப்புகளை எவ்வாறு பெறுவாய்?
6. தொகுமின் சுற்றுகளைப்பற்றி நீயிச் அறிவது யாது?
7. ஒரு தகை அலைவிபற்றி, தடுப்பு அலைவிபற்றி ஆகிய வற்றைப் படம் வரைத்து விளக்குக.
8. ஒரு பல்விசல் அதிர்வியின் அமைப்பைப்பற்றி எழுதுக.
9. சிறு குறிப்பு வரைக :
  - (a) மின் எழு - விழு சுற்று.
  - (b) கீப் அஞ்சல்.
  - (c) ராடாரில் பண்பிறக்கம்.
10. எல்லாவகைத் துவக்கிச் சுற்றுகளிலும் துடிப்புச் சுற்றுகளிலும் அடிப்படையாகக் கூறுகள் (basic components) ஒரே மாதிரியானவை. இதைப் படக்கள்மூலம் விளக்குக.
11. செய்திகள் அனுப்புவதில் துடிப்புகள் தொழிற்படும் முறையை நானுக்கு நான் அறிக அளவில் பவன்படுத்துகிறோம். அடுக்க நிற ஷாஸ்கிக் (frequency spread) எந்தப் பளுதியில் இம் முறை மிக உயர்த்ததாகக் கருதப் படுகிறது? ஏன்?
12. 'துடிப்புகளை நீருக்குள் செலுத்திப் பொருள்களின் இருப் பிடத்தை அறிவதும் அவற்றின் தூரத்தை நினைவிப் பதும் அண்மைக் கால மூக் னே ர் த க் க ன ா ரு க் . துடிப்புகளை நீருக்குள் செலுத்துப்போது அவற்றின் அடுக்கங்கள் ராடாரில் பவன்படும்போது உள்ள அடுக்கங்களைவிடக் குறைவாக இருக்கவேண்டும்.' ஏன்?



## 16. இரம்பப்பல் அலைவியற்றிகள்

(Saw-tooth Generators)

எதிர்மின் உதிர்க்குழுக்கையப்பற்றிப் பார்க்கும்போது இரம்பப்பல் அலைவியற்றிக் கப்பற்றிச் சிற்று பார்க்கோம். ராடாரின் தொழிற்முறையில் இரம்பப்பல் அலைவியற்றிகள் மிக முக்கியப் பங்கு வகிப்பதால், அவைகளைப்பற்றி விரிவாக இங்குக் காண்போம்.

குடிப்புச் சுற்றுகளின் மாநிலங்களையும் மின் அழுத்தங்களையும் சூத்திரப் பாதுகாச் செய்து படம் 16.1-ல் காட்டியுள்ள அலை வடிவங்களில் எதையேண்டுமாதிரும் உண்டுபண்ணலாம்.



(a)



(b)

படம் 16.1

இரம்பப்பல் அலைவடிவங்கள்

இந்த வடிவ அலைகள் காலவடிச் சுற்றுகளில் முக்கிய அங்கம் வகிக்கின்றன. இவை ராடாரின் தொழிற்படும் முறையில் அடிப்படைக் கோட்பாடுகளில் ஒன்றாகும்.

இரட்டைப் பல் அலைவியற்றிகள் மின்தேக்கிகளின் மின்னூட்டம், மின்னிறக்கம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் வேலைசெய்கின்றன. இவற்றில் ஒரு தகுந்த துவக்கச் சுற்றும் சேர்க்கப்படுகிறது. எனவே, மின்தேக்கி ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மிக மெதுவாக மின்னூட்டம் பெறுகிறது. பிறகு மிக விரைவாக மின் இறக்கம் அடைகிறது.

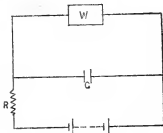
ஒரு மின்தடை வழியாக மின்னூட்டம் அடைகின்ற ஒரு மின்தேக்கி உயர் மின்னழுத்தத்தில் உச்ச அளவை உடனே அடைவதில்லை; மின்தேக்கியின் தகடுகளுக்கிடையே 'r' வினாடி களுக்குப் பிறகு ஏற்படுகின்ற மின்னழுத்தம், கீழ்க்கண்ட சமன் பாட்டினால் பெறப்படுகின்றது என மூன்றே பார்த்தோம்.

$$V_c = V \left( 1 - e^{-t/cR} \right)$$

சுவிட்ச் (switch) 'S'-ஐ மூடுக்பொழுது மின்தேக்கியின் தகடுகளுக்கிடையே மின்னழுத்தம் கிடைக்கிறது. 'R' என்ற மின் தடைக்கு இடையேயுள்ள மின்னூட்டம் ஒயின் விதிப்படி (Ohm's law)  $V/R$  எனப்பதால் பெறப்படுகிறது. மின்தேக்கி மூன்று அளவிக் மின்னூட்டம் பெறுக்பொழுது, சுற்றில் மின்னூட்டம் சுழி ஆகிறது. மின்தேக்கியின் தகடுகளுக்கிடையே மின்னழுத்தம் 'V' ஆகிறது. மின்தேக்கியின் தகடுகளுக்கிடையே மின்னழுத்தம் உயரும் மூன்றை படம் 18.9-ல் ஏற் கெனவே விளக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒர் அடிப்படை இரட்டைப் பல் அலைவியற்றியின் அமைப்பு படம் 18.10-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மின்தடைவழியே மின்தேக்கி மின்னூட்டம் பெற்று அதன் தகடுகளுக்கிடையே மின்னழுத்தம் உயர்கிறது. சில வினாடிகளுக்குப் பிறகு துவக்கச் சுற்று 'W' வேலைசெய்ய ஆரம்பிக்கிறது. இது மூன்றே திறந்த சுற்று (open circuit). இந்த மின்தேக்கியில் இப்பொழுது ஒரு குறுக்குச் சுற்றை (short circuit) ஏற்படுத்துகிறது. 'W' வழியே மின்தேக்கி விரைவாக மின்னிறக்கம் அடைகிறது. சில வினாடிகளுக்குப் பிறகு 'W' மறுபடியும் வேலைசெய்யத் தொடங்கி சுற்றை (inductor) மின் எதிர்ப்பைக் கொடுக்கிறது. இரட்டைப் பல் அலைவியற்றியில் துவக்கச் சுற்று மிக மூக்கியவையது. ஏனெனில் அது குறிப்பிட்ட இடைவெளிகளில் மின்சுற்றை இயக்கவும் திறந்தவுடன் செய்கிறது. அதனால் மின்தேக்கி மூன்று மூன்று மின்னூட்டமும் மின்னிறக்கமும் அடைவதால் அதன் தகடுகளில் உயர் மின்னழுத்தம் படம் 18.11-ல் உள்ளதுபோல் காணப்படுகிறது.

இரம்பப்பல் அலைவிவற்றிகளில் இரு வகைகள் உண்டு. (1) தானே இயங்கும் இரம்பப்பல் அலைவிவற்றி (self-running saw-tooth generator), (2) தொலைவிடக்க இரம்பப்பல் அலைவிவற்றி (distant-controlled saw-tooth generator). இவை வகைவேறு



படம் 16.2

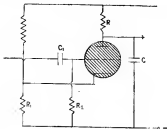
இரம்பப்பல் அலைவிவற்றி

இயக்கச் சுற்றுகளாகும். ஒருவகை, துவக்கச் சுற்றுகளோ, இவையுள் பொருத்தத் துடிப்புகளோ இல்லாத நிலையில் இயங்க மாட்டா. மற்றொரு வகை, இவற்றைத் தானே தயாரித்துக் கொள்ளும். தொலைவிடக்க அலைவிவற்றிகள் ராடாரில் அதிக அளவு பயன்படுகின்றன. தானே இயங்கும் அலைவிவற்றிகள் ஆவிவாசகோப்புதளில் பயன்படுகின்றன.

வாயு நிரப்பப்பட்ட டிரையோடுகள் (Gas filled triodes) :

தக்க சமயத்தில் ஒரு மின்தேக்கியை மின்னிறக்கம் செய்ய வாயு நிரப்பப்பட்ட ஒரு டிரையோடு மின்னூழாய் பயன்படுகிறது. இதற்கு கதாட்ரான் என்று பெயர். இதைப்பற்றி ழுன்னரே சிறிது பார்த்தோம். கோட்பாட்டில் இது சாதாரண டிரையோடு மின்னூழையை எவ்வாறுதத்திலும் ஒத்தது. ஆனால், மின் ழுழாய் ழுன்ன மத்த வாயுவினால், அவளி ஆக்கம் நிகழும்போது தேர்மின் வாய் மின்னோட்டம் மிக அதிக அளவு உயருகிறது. இது மின் ழுழாய் கடத்த ஆரம்பித்தவுடனே நடைபெறுகிறது. கிரிடு மின் ழுழத்தம் தீர்மானிக்கிற தேர்மின்வாய் மாறுநிலை மின்னழுத்தத்

துக்குக் கீழே நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் மிக மிகக் குறைவு. ஆனால், நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் மாறுநிலையானவை அடைபடிப் போது மின்னூழாவிழுவன வாயு அயனி ஆக்கம் அடைந்து மின் குழாய் வேலை செய்வத் தொடங்குகிறது. இப்பொழுது நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் அதன் மின்னழுத்தத்தையும் தன்மிக் சுற்றிக் மின்னதிர்ச்சியுமே பொறுத்து அமைகின்றது. நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் கிட்டு மின்னழுத்தத்தைச் சிறிதும் சார்த்திருப்பதில்லை. இத்தகைய மின்கடத்தக் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தை அயனி ஆக்க மின்னழுத்த மதிப்பிற்குக் கீழே குறைப்பதாலும் அதே நிலையில் அயனி நீக்கம் நிகழ்கின்றவகையில் மின்னழுத்தத்தை வைத்திருப்பதாலும்எட்டுவே தடைசெய்யப்படக்கூடும். மின்னூழாய் வேலை செய்வத் தொடங்கியவுடனே நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் (மின்னூழாவிக் மின்னழுத்த பேதம்) 20 அல்லது 30 வோல்ட்டுகளில் நிலைபாடு மாறாமல் இருக்கின்றது. மொகு ஒரு சிறிய மின்தடைவுடனும், உயர் மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமான நிலையான மின்னழுத்தத்துடனும் தொடர் இணைப்பு முறையில் இணைக்கப்பட்ட ஒரு தானே இயங்கும் சுவிட்சுக்கு மின் குழாயுடன் தொழிப்பதும் முறை ஒப்பாக அமைகின்றது.

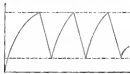


படம் 18-8

தொலைவியக்க இரப்பர்ப்பல் அலைவியத்தி்

படம் 18-8. எந்தவாயு நிரப்பப்பட்ட மின்னூழாவிக் கொண்ட தொலைவியக்க இரப்பர்ப்பல் அலைவியத்தின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது.

$Y_1$  என்ற மின்தடையில் ஏற்படும் மின் அழுத்தத்தினால் மின் குழாய் துண்டிக்கப்படுகிறது. 'R' என்ற மின்தடையுறியே 'C' என்ற மின்தேக்கி மின்னூட்டம் பெறுகின்றது. இந்த மின்னூட்டச் சுற்றில் ஒரு நிலையில் ஒரு குறுகிய நேர்க்குறித் துடிப்பு  $C_1, R_1$  வறியே மின் குழாயின் கிரீடுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. எனவே, மின் குழாயின் கிரீடுவான எதிர்பின்னழுத்தம் குறைகின்றது. மின் குழாய் மின் ஓட்டத்தைக் கடத்த ஆரம்பிக்கின்றது. கடத்தல் ஆரம்பிக்கப்பட்டவுடன் 'C' என்ற மின்தேக்கி அயனி ஆக்கம் தீவிரத்த வாயுவினுடே மின்னிறக்கம் அடைவதால் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் குறைகின்றது. வாயு அயனி இரக்கம் (de-ionisation) அடைந்து மின் குழாயின் மின் அழுத்தப் பெதத்திற்கு மின்தேக்கியின் மின்னழுத்தம் ஏறக்குறைய சமமானவுடன் மின் குழாய் வெண் சொப்பது நின்றுவிடுகிறது; மின்தேக்கி திரும்பவும் மின்னூட்டம் அடைகிறது. இந்த மூறை அடுத்த துவக்கித் துடிப்பு வந்தவுடன் திரும்பவும் தீவிரிிறது. படம் 16.4 மின்தேக்கி மின்னழுத்தம், காலத்துடன் வேறுபாடு



படம் 16.4

மின்தேக்கி மின்னழுத்தமும் காலமும்

அடைவும் மூறைமைய விளக்குகிறது. இங்கு மின்தேக்கி மின்னூட்டம் அடைவதற்குத் தேவையான நேரத்துடன் ஒப்பிடுகும் போது மின்னிறக்கம் தேவையான நேரம் மிக மிகக் குறைவாகும்.

எனவே, மின்னழுத்தம் அலைவடிவைப் பெறுகின்றது. இத்தனுடைய அடுக்கமும் துவக்கித் துடிப்பின் அடுக்கமும் ஒன்றாகும்.

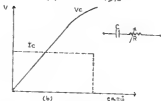
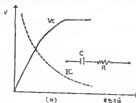
இத்தத் தொண் இயக்கச் சுற்றை ஒரு தானே இயங்கும் சுற்றுக் கற்றணம். அப்பொழுது அதனுடைய அடுக்கம்

$$f = \frac{1}{CR \cdot \log_e \left( \frac{E - E_a}{E - E_b} \right)}$$

என்ற சமம் பாட்டினால்

பெறப்படுகிறது. மின்தேக்கியின் மின்னழுத்தம் மின்குழாயின் கடத்தல் மின் அழுத்தத்திற்குச் சமம் ஆகும்பொழுது மின்குழாய் கடத்த ஆரம்பிக்கிறது. ஆகவே, மின்தேக்கி மின்னிறக்கம் அடைகிறது. எனவே, இக்குத் துவக்கித் துடிப்புக் கத் தேகவலியில், மின்தேக்கியின் மின்னழுத்தம் மின்குழாயின் மின்னழுத்த பேதத்திற்குச் சமமானவுடன் மின்குழாய் வேலை செய்வது நின்றுவிடுகிறது. சிறகு அடுத்த கற்ற துவங்குகிறது. மேற்கண்ட சமன்பாட்டில் 'E' என்பது நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம்;  $E_0$  என்பது மாறுநிலை நேர்மின்வாய்த் துவக்க மின்னழுத்தம்;  $E_1$  என்பது மின்குழாயில் மின்னழுத்த பேதமும் ஆகும். இவற்றுக்கு இடைபேயான தொடர்பு படம் 16.4 க் காட்டப்பட்டுள்ளது.

துவக்க மின்னழுத்தத்தையிட உயர்மின்னழுத்தம் சிந்தனையே அதிகமாகிவிடுக்கும்போது மின்தேக்கியின் மின்னழுத்த வடிவம்



படம் 16.5

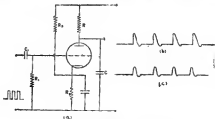
மின்னழுத்த பேந்தோடும் மின்னேட்டமும் காலமும்

எகும்பொனென்ஷியலாக இருக்கிறது : நேர்க்கோட்டு உருவத்தில் இருப்பதில்லை. மின்னூட்ட மின்னேட்டத்தை ஒரு நிலையில்

நிறுத்தி மின்னழுத்தம் மூலவதுமாக அதிகரிக்கின்றவகையில் மின்னோட்டமில்லாத மின்னூட்டத்தை நோக்கொண்டு முறையில் வைக்கலாம். அதாவது 18-8-ல் உள்ள மின்தடை 'R' மின்னூட்டம் நிகழ்கின்ற மூல நோத்திலும் மாறிக்கொண்டே இருக்க வேண்டும். இதை மின்தடை R க்குப் பதிலாக ஒரு தெயிட்டு நிலைப்போடையோ (satuated diode) அல்லது ஒரு மின்னழுத்த பென்டோடையோ (voltage pentode) உபயோகப்படுத்திப் பெறலாம். இங்கு நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் குறைவாக இருக்கும்போது அதன் மின்னோட்டமும் குறைவாக இருக்கும். நவீன மின்னழுத்த பென்டோடுகளில் இந்த மின்னழுத்தம் 80 அல்லது 40 வோல்ட்டுகள் அளவில் இருக்கும். நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் அதன் மின்னழுத்தத்தைச் சார்ந்திருக்காது. எனவே, மின்னூட்ட மின்னோட்டம் ஏதக் குறைவ் ஒரு மாறிவியாக இருக்கின்றது. இதில் கிடைக்கின்ற மின்னோட்டத்தின் அளமப்பு படம் 18-8-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அதிவெற்றிடக் குழாய்கள்:

வாயு நிரம்பப்பட்ட டிரயோடுகளுக்கும் பதிலாக அதிவெற்றிட மின் குழாய்கள் பயன்படுத்தியும் மேலே சொல்லப்பட்ட நொலி விபக்க இரம்பப்பல் இயந்திரிக்கு ஒப்பான இயந்திரனை அமைக்கலாம். இத்தகைய சுற்று படம் 18-9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 18.9

அதிவெற்றிடக் குழாய் இரம்பப்பல் அலைவற்றி

இங்கு, மின் குழாய்  $R_1$ ,  $R_2$  என்ற மின்தடைகளுக்கிடையேயுள்ள மின்னழுத்தத்தால் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே, நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் இரம்பப்பலின்

உயர் மின்னழுத்த எதிர்ப்பை அண்டுகின்றவகையில் நேர் மின்வாய் மின்னோட்டம் திகழ்வதில்லை. மின்சுடைய R-ன் வழியே C என்ற மின்னெதிர்ப்பு மின்னோட்டம் பெறுகின்றது. எனவே, அந்நுடைய மின்னழுத்தமும் மின்னெதிர்ப்பின் மின்னழுத்தமும் அதிகரிக்கின்றன. இப்பொழுது ஒரு நேர்க்குறித் துவக்கித் துடிப்பு வந்து கிரீடு மின்னழுத்தத்தைச் சுழிமாக்குகின்றது.

மின்சூழாய் உடனே கடத்த ஆரம்பித்து மின்னெதிர்ப்பை மின்னிறக்கம் செய்கின்றது. கிரீடுத் துடிப்பின் ஸ்கேனில் இந்த மின்வாய் எதிர்க்குறியாக மாறி மின்சூழாயைக் கடத்துவதன்மூலம் தடுக்கிறது. எனவே, மின்னெதிர்ப்பு மின்னோட்டம் பெறுகின்றது. அடுத்தடுத்துத் துடிப்புகள் வரும்பொழுது இவை திரும்பத் திரும்பத் திகழ்கின்றன. இதில் முக்கியமானது என்னவென்றால் துவக்கித் துடிப்புகள் வரவும் ஒரே அகலம் உன்னவையாகவும், ஒரே வீச்சு உடையவையாகவும் இருத்தல்வேண்டும் என்பதே. ஒரு சில துடிப்புகள் மந்தவந்தறவிடச் சிறிதளவாக இருந்தால் மின்சூழாய் கடத்தும்கொழுது மின்னெதிர்ப்பு ஹூவதுமாக மின்னிறக்கம் அடையாது. எனவே, சில இரம்பப்பல் அலைவுகள் மந்தவையானவிட வேறுபட்ட மின்னழுத்தத்தில் துவக்க ஆரம்பிக்கும். இந்த வேறுபாடு அதிக அளவு மின்னழுத்தத்தில் திகழும். இதையே போடிவே ஒரு துடிப்பு மந்ததைவிட நீளமாக இருந்தால் மின்னெதிர்ப்பு வழக்கத்திற்கு அதிகமாக மின்னிறக்கம் அடைந்து சில இரம்பப்பல் அலைவுகள் மந்தவந்தறவிடக் குறைந்த மின்னழுத்தத்தில் தொடங்குகின்றும்.

தொலைவிலுள்ள இரம்பப்பல் அலைவிபற்றிகள், துவக்கித் துடிப்புகள் இருக்கும்போதுமட்டுமே வேலை செய்யும். தொலைக் காட்சி, ராடார் போன்றவற்றில் செயலுதரகளிலும், சோதனைகளிலும் துவக்கித் துடிப்புகளுக்கும் பதிலாகத் தந்தாலத்தில் தாமே இயங்கும் இரம்பப்பல் அலைவிபற்றிகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர். சில சமயங்களில் போலியான (dummy) அல்லது துணைத் துடிப்பு (subsidiary) சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தி இரம்பப்பல் அலைவு தொடர்த்து திகழும்படி செய்கின்றனர்.

துவக்கித் துடிப்புகளின் வடிவம் :

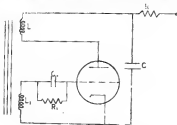
மின்சுற்றில் கொடுக்கப்படுகின்ற துவக்கித் துடிப்புகளின் வடிவங்கள் வரவும் செய்வகமாக இருத்தல் வேண்டும். குறைந்தது துடிப்புகளின் துவக்க முனைகள் செம்மைப்பான வடிவத்தைப் பெற்றிருக்கவேண்டும். துடிப்பு உருக்குறியை அடைந்திருந்தால்கூடத் துவக்கமுனைச் செய்வக வடிவில் இருந்தால் துவக்கத்தவன் தன்ருக



இருக்கும். இது மடம் 16.6 h-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மடம் 16.6 c-ல் காட்டப்பட்டுள்ளதுபோல் துடிப்பு அதிச அளவு உருக் குகித்து இருத்தால் மிகுதவள இரம்பப்பலையே உண்டாகும். ஈடாகில் ஓர் இரம்பப்பல் அலைவு திகழ்வதில், ஒரு விநாடியில், ஒரு மின்னணில் ஒரு பங்கு மிகுத திகழ்வதாகவுடத் தூங்குகினை நினைமிப்பதில் ஒரு கவனில் பத்தில் ஒரு பங்கு மிகுத தேர்த்து விடும்.

தானே இயங்கும் இயந்திரம் :

மடம் 16.6 இல் காட்டப்பட்டுள்ள மூலதனில் ஒரு வாயு திரப் பம்பிட்ட மின் குழாயைப் பயன்படுத்தி, ஒரு தானே இயங்கும் இரம்பப்பல் இயந்திரவை அமைக்கலாம். இத்தகைய சுற்று தன்னைத் தானே துவக்கிக் கொள்கிறது. உயர் அடுக்கங்களில் தீவிரமாக இருப்பதால், இத்தகைய சுற்றுகளில் கடின மின் குழாயைத் (hard valve) தற்காலத்தில் பயன்படுத்துகின்றனர். இவை வாயு திரப்பிய குழாய்களைப்போலவே திறமையாக வேலை செய்கின்றன. இத்தகைய ஒரு சுற்றின் அமைப்பு மடம் 16.7-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு ஒரு தடுப்பு அலைவீயத்தி மின்



மடம் 16.7

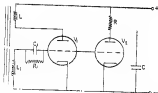
தானே இயங்கும் இரம்பப்பல் அலைவீயத்தி

தேக்கியில் மின்னூட்டத்தையும் மின்னிறக்கத்தையும் கட்டுப் படுத்துகிறது. சாதாரணமாக C மின்னிறக்கம் அமைப்பும்போது தேர்மியவாய் மின்னழுத்தம் மிகக் குறைவாகவும், கிசிடல் மின் னழுத்தம் எதிர்க்குறியாகவும் இருக்கின்றன. இதற்குக் காரணம் C1 என்ற மின்தேக்கியிலுள்ள மின்னூட்டமேவாகும். இப்போது

$R$ -ன் வழியே  $C$  மின்னூட்டம் பெறுகிறது. எனவே, நேர்மின்வாய் உயர் மின்னழுத்த மதிப்பைப் பெறுகிறது. அதே சமயத்தில்  $R_1$  வழியே,  $C_1$  மின்னிறக்கம் அடைகிறது. இப்போது கிரீடு மின்னழுத்தம் தெவிட்டு நிலை மதிப்பைப் பெறுகிறது.

உடனே, மின் குழாய் மின்மாதிரியின்  $L_1$ ,  $L_2$  சுற்றுகளினாலான நேர்மின்வாய் கிரீடு இணைப்பினால் அலைவுற ஆரம்பிக்கிறது. நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம்  $C$ -ஐ மின்னிறக்கம் செய்து மின் குழாய்வழியே ஓடுகிறது. முதல் அரைச் சுற்றிற்குப் பிறகு கிரீடு, எதிர்மின்வாய்த் திருத்தியின் காரணமாக கிரீடு மின்னோட்டம் நிகழ்கிறது. இப்பொழுது  $C_1$ -ல் உருவாகும் உயர்த்த அளவு எதிர் மின்னழுத்தத்தினால் மின் குழாய் துண்டிக்கப்படுகிறது. பிறகு இந்த மாதிரி திரும்ப நிகழ்கிறது. எனவே, ஒரு தொடர்ச் சிவன இரம்பப்பல் அலை  $C$ -ன் தகடுகளுக்கிடையே உருவாகிறது.

இத்தகைய சுற்றின் அடுக்கம் முக்கியமாக இடைவாய்ச் சுற்றின் நேர மாநிலியாலும் இரம்பப்பல் மின்னழுத்த அலையின் வீழ்ச்சியினாலும் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. இந்தச் சுற்றில் ஓர் இடைபூறு உள்ளது. அதாவது நேர்மின்வாயை இணைக்கின்ற உயர்ச்சிகுருள்  $L_1$  மிகநேரக்கி  $C$ -யின் மின்னிறக்கப் பாதையில் இருப்பதால் மின்னிறக்க நேரம் அதிகரிக்கிறது. இதனால் சுற்றில் பெரியான ஊறு விளைவதில்லை. இருத்தபோதிலும் இத்தகைய



படம் 18.6

துவக்கித்துடிப்பு இயந்திரம் இரம்பப்பல் இயந்திரம்

சுற்றுகள் ராடாரில் பயன்படுவதால், படம் 18.6-ல் காட்டப் பட்டுள்ள சுற்றைப் பயன்படுத்தி இந்தச் சிறிய ஊறினையும் நீக்கி விடலாம். இங்கு  $V_1$  முன்போலவே தடுப்பு அலைவியத்தியாகப் படுகிறது. இதனுடைய  $C_1$ ,  $R_1$ -ன் மதிப்பினால் கட்டுப்படுத்தல்

பயன்படுகிறது.  $V_2$  மின்னிறக்க மின்னூழாய். கருக்கமாக.  $V_2$  கவத் தொலைவியக்க இரம்பப் பல் இயற்றியாகவும்,  $V_1$ -ஐக் குறிப் பிட்ட இடைவெளிகளில் இயக்கித் துடிப்புநிலைக் கொடுக்கின்ற சாதனமாகவும் கருதலாம்.

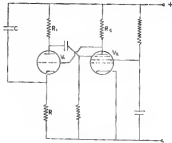
மேலே சொல்லப்பட்ட சுற்றில் பலமானதுக்களைச் செயல்படும். ஒரு கடின மின்னூழாய் இயற்றியில் கம்பீச் கருவிக் கொண்டு மின்னூட்டம் அளிக்கவெண்டிய தேவையும் இல்லை. தேர் மின்வாய் கிரீடுச் சுற்றுகளுக்கிடையில் ஒரு மின்தடை. மின் தேக்கி இரண்டைக் கொடுத்தும் இதே விளைவை உண்டாக்க லாம். ஆனால், இம் முறையில் தேர்க்குறி முறையில் மின்னூட்டம் செய்வதற்குத் தேவையான கட்டப்பேரத்தை உண்டாக்க ஓர் அதிகப்படியான மின்னூழாயைப் பயன்படுத்தவேண்டும்.

பக்கிள் (Paculis) என்பவரால், கொடுக்கப்பட்ட மின்சுற்று இத்தகைய வகையில் மிகச் சிறந்ததாகும். இது பல்வியல் அதிர்வியின் தத்துவ அடிப்படையில் வேலை செய்கிறது. இத்தனுடைய அகவையு படம் 18.8 க் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு இரண்டு மின்னூழாய்கள் உபயோகத்திலுள்ளன.  $V_1$  என்ற மின்னூழாய் மின்னிறக்கியாகவும்  $V_2$  என்ற மின்னூழாய் துணை மின்னிறக்கி ஆகவு கட்ட மின்னிறக்கியாகவும் பயன்படு கின்றன. மின்தேக்கி  $C$ , மின்தடை  $R$  ஆகியவை மின்னூட்டச் சுற்றை உருவாக்குகின்றன. இந்தச் சுற்று கிழ்க்கண்ட விதத்தில் தொழிற்படுகின்றன.

$C, R$  வழியே மின்னூட்டம் பெறுகிறது. எனவே,  $V_1$  இன் தேர்மின்வாயைப் பொறுத்து எதிர்மின்வாய்க்கு மேலும் மேலும் எதிர் மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கிறது.  $V_1$  க் கிரீடு தேவையான அளவு எதிர் மின்னழுத்தத்தைப் பெற்றிருக்கிறது. இது  $V_2$  மின் னூழாயின்வழியே செல்கின்ற திசையான மின்னோட்டம் மின்தடை  $R_1$  க் மின்னழுத்த பேரத்தை உண்டாக்குவதால் சாத்திய யாகிறது.  $V_1$  க் எதிர்மின்வாய், தேவையான அளவு எதிர் மின்னழுத்தத்தைப் பெற்றவுடன், இது தேர்மின்வாய் மின்னோட் டத்தைச் செலுத்தும். எனவே,  $R_1$  க் ஒரு மின்னழுத்தபேரம் உண்டாகும். இந்த எதிர்க்குறித் துடிப்பு  $V_2$  கின் அடக்குகிரைட எதிர்க்குறியாகும். எனவே, மின்னூழாய் மறுபடியும் தேர்மின்வாய் மின்னோட்ட வெட்டுதலிலுக்குக் கொண்டு செல்லப்படும். இதனால் தேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும். இந்த மின்னழுத்த உயர்வு  $V_1$  க் கிரீடுக்கு மாற்றப்படும். இது தொடர் விளைவாக இருப்பதால் மின்தேக்கி  $C$  இந்த மின்னூழாய்வழியே விளைவாக மின்னிறக்கம் அடைகிறது. அது மூலவதுமாக மின்னிறக்கம்

அடைத்தவுடன்  $R_1$  வழியே செல்லும் மின்னோட்டமும் தீவிர விடுகிறது. இவை திரும்பத் திரும்ப திகழ்கின்றன.

$R_1$  ன் மதிப்பு  $V_1$  மின் அடக்கு கிரீடிலுள்ள துவக்கித் துடிப்பின் வீச்சைப் பாதிக்கிறது. மேலும் மின்னோக்கி C மின் மின்னிறக்க நேரத்தை அதிகரிக்கிறது. C க் உண்டாகிற இரம்பப்பல் அலைவின் வீச்சு மின்னூட்ட ஆரம்பத்தில்  $V_1$  என்ற மின் குழாயின் கிரீடில் உள்ள எதிர்மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. இந்த எதிர்மின்னழுத்தம்  $V_1$  மின் நேர் மின்வாய்ச் சுற்றிலுள்ள  $R_1$  என்ற மின் தடைமையப் பொறுத்துள்ளது.

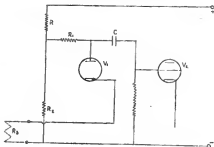


படம் 18.9  
பக்கின் சுற்று

இந்தச் சுற்றிலும் ஓர் இடைபுறம் உள்ளது. அதாவது  $V_1$  ன் எதிர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் இரம்பப்பல் மின்னழுத்தத்தில் ஈடுபடுகிறது. குடுபடுத்தும் கருவியைப் புவிமேல் இணைத்தால் ஏதக்குறைய மூலக் உயர் மின்னழுத்தம் குடுபடுத்தும் கருவிக்கும் எதிர்மின்வாய்க்குமிடையே இருக்கும். எனவே, இந்த மின்வாய் கனுக்கிடையேயான காப்பு (insulation) உடைந்துவிடும், தடை முறையில்  $V_1$  க்கு ஒரு தனி குடுபடுத்தும் கருவியைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இதுனுடைய திறன் மிகக் குறைந்த அளவில் வைக்கப்படும்.

தொலைவிலுள்ள இரம்பப்பல் அலைவியற்றிகளில் துவக்கித் துடிப்புகளின் வீச்சை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குள் இருக்க

மேண்டும். துடிப்புகளின் வீச்சுகள் மாறிக்கொண்டும், தேவைக்கு மேல் பெரிவனவாகவும் இருந்தால் அவற்றைக் கட்டுப்படுத்த ஒரு மிகக் குறைந்த உபயோகிக்கின்றனர். இத்தகைய சந்தி அமைப்பு படம் 16.10-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு  $V_1$  என்ற டயோடு துடிப்பைக் கட்டுப்படுத்தும் குழாய் ஆகும். இது  $V_2$  என்ற இரட்டைப் பரிமாணம் அமைப்பிற்கு ஆற்றலை ஊட்டுகிறது. இத்தச் சந்தி டயோடு கடத்துவதால்  $R, R_1$  என்ற மின்தடைகளில் மின்னோட்டம் நிகழ்கிறது. டயோடு, அகமின்தடை  $R_2$  ஆகியவற்றிலும் மின்னோட்டம் நிகழ்கிறது.  $R, R_1$  இவற்றின் மதிப்புகள் மின்னோட்டம் கடத்தும் மின்தடை மதிப்போடு ஒப்பிடும்பொழுது மிக அதிகமானவை. எனவே,  $R_2$ -யின் அகமின்தடை மிகக்



படம் 16.10

துடிப்பு வரம்பு சந்தி

குறைவானது.  $V_1$  என்ற மின் குழாயின் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் புவி மின்னழுத்தத்தைவிடச் சிறிதளவே அதிகமாக இருக்கும். டயோடின் எதிர்மின்வாயில் ஒரு துடிப்பைக் கொடுக்கும்பொழுது இந்த மின்வாயின் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. நேர்மின்வாயின் மின்னழுத்தமும் அதிகரிக்கிறது. நேர் மின்வாய் மின்னழுத்தம்  $R, R_1$  என்ற சந்திப்புக்களுக்கிடையே புணை மின்னழுத்தத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கும்வரையில் இந்த அதிகரிப்பு நிகழ்கிறது.  $R, R_1$  இவற்றை நேர்த்தெடுத்து இந்த மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பை நினைவிடப்படும். இந்த அளவு

வணரிக் குழுக் கொடுக்கப்பட்ட துடிப்பின் மின்னழுத்தமும் உயரும்.  $V_1$ -க் எதிர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் இந்த மதிப்பைத் தாண்டியவுடன் நேர்மின்வாயை எதிர்க்குறியாக்குகிறது. டயோடு வேலை செய்வது நிறுவிடுகிறது. இதற்குமேல் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் உயர்வதில்லை. துவக்கித் துடிப்பு முடிந்தவுடன் டயோடு வழியே மின்னோட்டம் நிகழ்கிறது. இப்போது எதிர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் நேர்மின்வாயின் தற்போதைய மின்னழுத்தத்தைவிடக் குறைகிறது. சிறகு நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தமும் சிதைவுற்ற துடிப்பின் மின்னழுத்தத்தை மீதி நேரத்தில் மின்பற்றுகிறது.

### வினாக்கள்

1. ராடர் தொழிற்படும் ஓறளையில் இரம்பப்பல் அலை விவற்றிகளின் பயன்கை விவரி. இவற்றின் அடிப்படைத் தத்துவம் யாது?
2. ஓர் அடிப்படை இரம்பப்பல் அலைவியற்றியின் அமைப்பைப் படம்வரைத்து விளக்குக.
3. ஒரு சுதர்ட்ராக் மின்னூழாய் இரம்பப்பல் அலைவியற்றியில் எவ்வாறு தொழிற்படுகிறது?
4. மத்தவாய் இரம்பப்பட்ட ஒரு மின்னூழாயைக் கொண்ட ஒரு தொலைவியக்க இரம்பப்பல் அலைவியற்றியின் அமைப்பைப் படத்துடன் விளக்குக.
5. இரம்பப்பல் அலைவியற்றிகளில் அறிவெந்திடக் குழாய்கள் எவ்வாறு பயன்படுகின்றன?
6. ஒரு தானே இயக்கும் இரம்பப்பல் அலைவியற்றியை மின் சுற்றுடன் விளக்குக. -100-
7. 'ஒரு தொலைவியக்க இரம்பப்பல் அலைவியற்றியின் துடிப்புகளின் வீச்சு மாறிக்கொண்டும் பெரிபதாகவும் இருக்கிறது' அதை எவ்வாறு கட்டுப்படுத்துவாய்?
8. சிறகுறியு தருக :
  - (a) சுதர்ட்ராக் மின்னூழாய்.
  - (b) ஒரு மின்தேக்கியின் மின்னூட்டமும் மின் விநக்கமும்.
  - (c) துவக்கிச் சுற்றுகள்.
  - (d) நேர்க்கோட்டுக் காலவடிவு.

## 17. துடிப்பும் பரப்பிகள்

(Pulse Transmitters)

இந்தப் பகுதியை இது மூக்கிய பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்றில் துடிப்புகளைப் பரப்பும் முறைகளைப்பற்றிப் பொதுவாகக் கூறப்படும். மற்றப் பகுதியில் ரேடியோ அடுக்க அலைவுகளை உற்பத்திசெய்யும் முறைகளைப்பற்றியும் அம் முறைகளில் ஏற்படும் இடைக்களைப்பற்றியும், அந்த இடைக்களைப்போக்கும் முறைகளைப்பற்றியும் கூறப்படும். இங்குப் பரப்பப்படுகின்ற அலைகள் மிகமிகக் குறுகிய அலைநீளங்களை உடையவை.

ராடார் பரப்பிகளில் குறுகிய ரேடியோ அடுக்கத் துடிப்புகள் தொடர்ச்சியாக உண்டுபண்ணப் படுகின்றன. ஒவ்வொரு துடிப்பும் நன்றாகக் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வகையானதற்கு உட்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. ராடார் பரப்பிலும் பொதுவாக ரேடியோ பரப்பிகளைப்போலவே அமைந்துள்ளன. இந்தப் பரப்பிகளில் ஓர் ஆளுகை அலைவியத்தி் (master oscillator), திறன் பெருக்கி (power amplifier), பண்பேற்றி (modulator) ஆகியவைவுள்ளன. ரேடியோ பரப்பிகளில் உள்ள பண்பேற்றிகளில் பயன்படும் ஒலிபெருக்கிக்குப் (microphone) பதிலாக இங்குத் துடிப்புச் சுற்றுகள் பயன்படுகின்றன. பண்பேற்றம் என்ற சொல் இங்கு அம்வகையாகப் பொருத்தமில்லை. ஆனாலும், அந்தச் சொல்லே பொதுவாகக் கையாளப்படுகிறது. ஏனெனில், ஊர்ந்துச் செருகல் இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. ராடார் தொழிற்படு முறைகளில் மிக அதிக அளவு திறன் தேவைப்படுகிறது. ஏனெனில் இலக்கினைத்து திருத்தப்பட்ட தசைகை (signal) யின் வலு ராடார் பரப்பிக்கும் இலக்கிற்கும் இடையில் உள்ள தூரத்தின் இருமடிக்கு எதிரி விகிதத்தில் உள்ளது. சாதாரண ரேடியோவானில் தசைகளின் வலு தூரத்திற்கு எதிரி விகிதத்தில் உள்ளது என்பது நாம் அறிந்த தொல்லுறும். ஏனெனில் சாதாரண ரேடியோவானில் தசைகை

ஒரு திசையில்தான் செல்கிறது. ஆனால், ராடாரில் காசை ஒரு திசையில் அணுப்பப்பட்டு மற்றுமாயும் அதே திசையில் எதிரொளிக்கப்படுவதால் அது அதே தூரத்தை இரு தடவை கடக்கிறது.

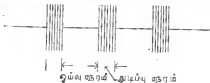
பரப்பிலிருந்து வானத்தில் வீதக்கும் ஒரு பழுவை நோக்கிச் காசைவை அனுப்பும்பொழுது, பழுவின் காசைகளில் வலு பரப்பிக்கும் பழுவானுக்கும் இடையில் உள்ள தூரத்திற்கு எதிர் விசிறத்தில் உள்ளது. இந்தச் காசைகளிலும் பழுவை கிளர்ச்சி (vibr) அடைகிறது. உடனே அது காசைகளைத் திரும்ப வீச ஆரம்பிக்கிறது. இந்தச் காசை ஏற்பி (receiver)வை அடை கிறது. ஏற்பியில் காசைகளில் வலு பழுவானுக்கும் ஏற்பிக்கும் இட மிலுள்ள தூரத்திற்கு எதிர் விசிறத்தில் உள்ளது. எனவே, பரப்பிலிருந்து பழுவை நோக்கிச் காசை வீசப்படுவதையும், பழுவானிருந்து ஏற்பியை நோக்கிச் காசை திரும்ப அனுப்பப் படுவதையும் ஒன்றாகக் கணக்கிட்டால், ஏற்பியில் காசைகளில் வலு பரப்பி அல்லது ஏற்பிக்கும் பழுவானுக்கும் இடையிலுள்ள தூரத்தின் இரு மடங்கு எதிர் விசிறத்தில் இருக்கும். ராடாரில் ஒரே ஏரியல் பரப்பியாகவும் ஏற்பியாகவும் தொழிற்படுகிறது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இவ்வாறு காசை இரு திசையிலும் செல்வதென்பதிலிருப்பதால் அது பரப்பிலிருந்து அனுப்பப் படும்பொழுது மிக அதிக மின் திறனைப் பெற்றிருக்கவேண்டும். மேலும் இலக்குகளை (targets) அவற்றின் பவனுறு திரும்ப எண்வகை (effective reflection coefficient) அடிப்படையில் பல் வேறு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். இந்தப் பவனுறு திரும்ப எண்ணு ஒரு குறிப்பிட்ட இலக்குக்கு வரையறுத்துக் கூறுவது சாத்திய மன்று. ஆயினும் அது இலக்கின் பருமன், ஏரியலிலிருந்து அதன் தூரம், அது செயல்பட்டுள்ள மூலப்பொருள், ரேடியோ அடுக்கத் துடிப்புகளின் அடுக்கம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து இருக்கிறது. பொதுவாக அனுப்பப்படுகின்ற துடிப்புகளின் அடுக்கம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்திருக்கிறது. பொதுவாக அனுப்பப்படு கின்ற துடிப்புகளின் அடுக்கம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க இலக்குகளிலிருந்து காசையும் சிறந்த மூலையில் திரும்பப் பெறப்படுகிறது. எவ்வாறு பொருள்களும் அவை வரம் போன்ற கடத்தாப் பொருள்களால் (non-conducting materials) செயல்பட்டிருக்காக்கூட அவை காசைகளைத் திரும்பி அனுப்பு கின்றன. ஏனெனில் ரேடியோ துடிப்புகள் அவற்றின் இடப் பெயர்ச்சி மிகுண்டோடத்தை (displacement current) உண்டு பண்ணுகின்றன. இந்த இடப்பெயர்ச்சி மிகுண்டோடம் காசைகளை ஏற்பியை நோக்கித் திரும்பி அனுப்புகிறது.



ரடாரில் துடிப்புகள்மூலம் கசகையை அணுப்புவதுதான் சிறந்த முறையாகும். ஏனெனில் இதில் கணிசமான அளவு மின் திறன் செலிக்கப்படுகிறது. கசகைகளைத் தொடர்ச்சியாக அணுப்பிக்கொண்டே இருத்தால் மின்திறன் விரைவாகவுடன் எப்பொழுது அணுப்பப்பட்ட கசகையை எந்தச் சமயத்தில் திரும்பப் பெறுகிறோம் என்பதும் புரிவாமல் போய்விடும். மேலும் ரடாரில் கசகை அணுப்பப்படும் நேரத்தில்தான் திறன் வீசப்படு கிறது. இந்த நேரங்கள் ரடார் தொழித்படும் நேரத்தோடு ஒப்பிடுகப்பொழுது மிக மிகக் குறைவாகவே இருக்கின்றன. இதன் விளைவாக இம் முறையில் மற்ற எல்லா முறைகளைவிட அதிக மின் திறன் சிக்கனமாகப் பெறமுடிகிறது.

ஒரு மின்கற்றின் திறனை எந்த ஒரு கனத்திலும் அச் சுற்றி லுள்ள மின்கோட்டம், மின்னழுத்தம் ஆகியவற்றின் பெருக்கற் பலனாகக் கொள்ளலாம். இது உடனடியான (instantaneous) மின்திறன் எனப்படும். மின்தடைகள் மட்டுமேயுள்ள ஒரு சுற்றில் மின்னழுத்தமும் மின்கோட்டமும், உச்சநிலையில் இருக்கும் பொழுது இந்த உடனடியான மின்திறனும் உச்சநிலையில் இருக்கும். இந்த உயர் அளவு மின்திறனுக்கு உச்ச அளவு மின் திறன் (peak power) என்று பெயர். மின்னழுத்தமும், மின் கோட்டமும் கசை வகையில் மாறும்பொழுது ஒரு ஓரூச்சுற்றில் சராசரி மின்திறன் (average) அல்லது (mean power) என்பது உச்ச மின்திறனில் பாதிவாகும்.

துடிப்புப் பரப்பிகளில் உச்ச மின்திறனுக்கும் சராசரி மின் திறனுக்குமுள்ள தொடர்பு ஓர் எளிய சமன்பாட்டில் ஏற்படுகிறது.



படம் 17.1

துடிப்பு நேரம் ஒய்வு நேரம்

$$\text{சராசரி மின்திறன்} = \text{உச்ச மின்திறன்} \times \frac{\text{துடிப்பு நேரம்}}{\text{ஒய்வு நேரம்}} \quad \text{--- (1)}$$

யின் சுற்றில் மின்னோட்டம் சாசன் அலை வடிவத்தில் மிகக்குறுகிய காலத்திற்கு நிகழ்கிறது. இந்தக் குறுகிய காலத்திற்கும் பெரிய துடிப்பு நேரங்களும். மிகு மின் சுற்றில் மின்னோட்டம் நீண்ட நேரம் நிகழ்வதில்லை. இப்படி மின்னோட்டம் நிகழாத காலம் ஓய்வு நேரம் எனப்படும். இது படம் 17.1 ல் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

துடிப்பு நேரத்தின் பொழுது மின் திறன் உச்ச மின் திறனைப் போல் இருமடங்கின் சராசரி மதிப்பைப் பெறுகிறது. இதுவே ஓய்வு நேரத்தின் பொழுது சுழியாகிறது. எனவே, ஓர் அலைவு நேரத்தில், அதாவது துடிப்பு நேரம், ஓய்வு நேரம் ஆகியவற்றின் மொத்த நேரத்தில் சராசரி மின் திறன் மேலே கொடுக்கப்பட்ட சமன்பாட்டினால் பெறப்படுகிறது.

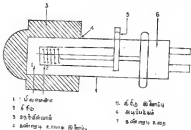
துடிப்பு நேரம் 3 மைக்ரோ வினாடிகளாகவும், துடிப்புடன் ஒரு வினாடியில் 1000 தடவைகளும் நிகழ்த்தாக் உச்ச மின் திறனுக்கும் சராசரி மின் திறனுக்கும் உள்ள தகவு 500 ஆகும். இவ்வாறு 150 கிரோ வாட்டுகள் உள்ள ஓர் உச்ச மின் திறன் 800 வாட்டுகள் சராசரி மின் திறனுக்கு ஒப்பாகும். திருப்பப் பெறப்படும் சைகைகள் வலு பார்ப்பீயீனாகித்து அனுப்பப்படும் துடிப்பின் மின் திறனைப் பொறுத்துள்ளது. ஆனால், துடிப்புக்கான அனுப்புப்போதும் அளவு நிரூபப்பட்டு மீண்டும் பெறப்படும் போதும் அதிக அளவு ஆற்றல் வெப்ப இயக்க விளைவாக விரயமாகிறது. ஆகவே, ஆற்றலைத் தொடர்ச்சியாக அனுப்பிக்கொண்டே விரயம் சிறு சிறு துடிப்புடனாக அனுப்புவதால் மின்னாற்றல் செலிக்கப்படுகிறது. இருத்தபோதிலும் மின்னோட்டம் நிகழ்கின்ற கம்பிகள் தகுந்தபடி காப்பிடப்படவேண்டும்.

ராடர் அலைவியற்றிகள், பளுமன், தொழிற்படும் மின்னழுத்தங்கள் ஆகியவற்றில் ஒளித்திக்கொண்டு பெருமளவு மாறுகின்றன. எனவே மின்னழுப்பச் சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தும் விமான காதிரி (varicap model) வகைகள் ஒரு சில நுறு வேரகட்டுகள் மின்னழுத்தங்களில் இயங்குகின்றன. நிலையான பெரிய ராடர் நிலையங்கள் சிகர் சிக்கலான மின் சுற்றுகளிடும், ஏறக்குறைய 80,000 வேரகட்டு மின்னழுத்தங்களையும் பயன்படுத்துகின்றன. ஏறக்குறைய எல்லாவகைகளிலும் அலைவியற்றி இசைவிக்கப்பட்ட-நேர்மின் வாய் இசைவிக்கப்பட்ட-கிரீடு வகையையே சாித்துள்ளது. இசைவிக்கப்பட்ட சுற்றுகள் ஒத்தநிலைக் கம்பிகள் (resonant lines) அல்லது லைனார் கம்பிகள் (lecher bars) மாதிரி பயன்படுகின்றன. இவற்றைப்பற்றி விவரமாக வேறோர் அத்தியாயத்தில் காண்போம்.

ஏரியலீனாகித்து துடிப்புகள் விட்டுவிட்டுச் செல்லுமானால் அதாவது ஓய்வு நேரத்தில் நேர்மின்வாயினாகித்து திறன் விரய

மைக்கப்படுவது முய்யவதும் தடுக்கப்பட்டால் மின்சூழாய்களைச் சூடாக்காமல் பாதுகாப்பது மிகவும் எளிதானது. அதிக மின் திறனுள்ள திரவமான ராடார் திரவங்களின் கருதினும் இவற்றில் வெவ்விவருமீன்திறன் உச்ச அளவு மின்னழுத்தத்தாலும், அலைவியற்றியின் மத்தியின்வாலிலிருந்து பெறக்கூடிய உச்ச அளவு மின்னழுட்டத்தாலுமே திசைநிச்சிப்படுகிறது. எனவே, பரப்பிகளின் அலைவியற்றிகளில் அதிக வெப்ப நிலைகளைத் தாங்கக் கூடியனவாகவும் மிக உயர்த்த ஒரு திசை, இரு திசை மின்னழுத்தங்களில் தொழிற்படக் கூடியனவாகவும் உள்ள மின்சூழாய்கள் பலப்படுத்தப்படுகின்றன.

எனவே, பரப்பிகளில் அலைவியற்றி மின்சூழாய்கள் பெரிய பிம்பிவெண்டுக்கள் உடையனவாக இருக்கின்றன. இந்த பிம்பி வெண்டுக்கள் தொரியல் கலக்கப்பட்ட டக்ஸிடனும் செயல்பட்டுள்ளன. சில சமயங்களில் இந்த பிம்பிவெண்டுக்கள் தூய டக்ஸிடனாலும் செயல்படுவதுண்டு. இந்தக் குழாய்களில் மின் வாய்களுக்குடையே அமைந்த இடைவெளி இருக்கும். தேர்தின்



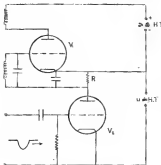
படம் 17.2  
அலைவியற்றி மின்சூழாய்

வாய்க்க சிதையனவாகவும் காற்றினால் குளிர்விக்கப்படுவனவாகவும் இருக்கும். பொதுவாக இந்த தேர்மீன்வாய் மின்சூழாயில் ஒரு முனைவிலே அல்லது மத்தியிலே இருக்கும். இந்தக் குழாயிலுள்ள சிறு துவாரங்களையுமே காற்றை உட்சென்று அதைக் குளிர்விக்கும். இந்தகைய சூழாய் ஒன்றின் அமைப்பு படம் 17.2 க் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இனி நாடாசியப் பண்பேற்றத்தைப்பற்றிச் சிற்றுபாசப்போகும். எந்த வகையாகத் துடிப்புக்களைப் பண்பேற்றினாலும், அந்நியவற்றியின் மிகுமுறையின் ஒய்வு நோத்திற் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கக் கூடாதவகையில் சுற்றுகள் அமைக்கப்பட வேண்டும். இம்மீயெல் நேர்மின்வாயில் மின்திறன் தொடர்த்து விரயமாகிக்கொண்டே இருக்கும். மேலும் அந்நியவற்றி தொடர்த்து அனைத்துக்கொண்டே இருத்தால் நேர்முக்க கதிர் வீச்சாக ஏற்பி பாதிக்கப்பட்டு வலுவற்ற - எதிரொளிக்கப்பட்ட கசைகளை உணர்முடிவாயம் போய்விடும். துடிப்புப் பண்பேற்றத்தை நேர்மின்வாய் முறைமையோ அல்லது கிரீடு முறைமையோ செய்யலாம். இரண்டிலுமே ஓர் உயரடுக்க ஊர்நி அந்நிய உண்டுபண்ணுவதே நோக்கமாகும். இந்த ஊர்நி அந்நியின் நேரம் ஒன்று அல்லது இரண்டு மைக்ரோ விநாடிகளாகும். பண்பேற்றிகளில் சில நூறு வேலட்டுடன் வீச்சுசுழைப நேர்க்குறி அல்லது எதிர்க்குறித் துடிப்புகள் எவ்வாவகை அந்நியவுகளுக்கும் பொருத்தும்.

ஓர் எளிய கிரீடு பண்பேற்றிக் கற்றின் படம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது (படம் 17-8). இங்கும் பண்பேற்றிக் குழாய்  $V_1$  வழியே ஒரு நிலையான மின்னோட்டம் செல்கின்றது. இதனால்  $R$  என்ற மின்தடையில் ஒரு மின்னழுத்தம் ஏற்படுகிறது. இந்த மின்னழுத்தம் மின்குழாய்  $V_1$  ஐத் துண்டித்து விடுகிறது. இங்கும் பண்பேற்றம் துடிப்பு எதிர்க்குறித் துடிப்பாகும். இது  $V_2$  என்ற மின்குழாயின் கிரீடுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. எனவே, இந்த மின்குழாய் துண்டிக்கப்படுகிறது.  $R$  என்ற தடை வழியே செல்கின்ற மின்னோட்டமும் நின்றுவிடுகிறது. எனவே,  $V_1$  ம் உள்ள ஒரு நுழை மின்னழுத்தம் (bias) நீக்கப்படுகிறது. ஆகவே, அந்நியவன் திரும்பவும் தொடங்குகின்றன. பண்பேற்றிக் துடிப்புகள் நீக்கப்பட்டு ஒரு நுழை மின்னழுத்தம் திரும்ப உண்டாகிற வகையில் இந்த அந்நியவன் தொடங்குகின்றன. ஒன்று அல்லது இரண்டு மைக்ரோ விநாடிகள்கால அளவுள்ள பெரிய வீச்சு பண்பேற்றிக் துடிப்புக்களைப் பெறுவது ஒரு கடினமான செயலாகும். இம்மாதிரி சமயங்களில் மின்குழாயின் கிரீடில் ஒரு மின்தேக்கி, ஒருமின்தடை ஆகியவற்றை இணைத்து மின்குழாயை ஒரு குறித்த முறையில் தொழிற்படுமாறு செய்கின்றனர். மின்தேக்கி, மின்தடை ஆகியவற்றைத் தகுந்த முறையில் நேர்நெடுதித் மின்குழாய் தானாகவே ஒன்று அல்லது இரண்டு மைக்ரோ விநாடிகளுக்கும் பிறகு நின்றுபோனும்படி செய்யலாம். மின்குழாயின் கிரீடின் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்தேக்கியில் ஓர் எதிர்மின்னோட்டம் சேர்வதே இதற்குக் காரணமாகும். இந்த

எதிர் மின்னூட்டம் மின்தடை வழியே செத்து போகும்பொழுது பண்பேற்றம் துடிப்பு நீக்கப்படுகிறது. எனவே, மின்கற்றைச் செயலற்றதாகி ஒரு துடிப்பு மின்னழுத்தம் திரும்பவும் பெறப்படு



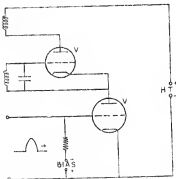
படம் 17.8

கிரீடு பண்பேற்றச் சுற்று

கிறது. இத்தகைய அமைப்பினால் பண்பேற்றி ஒரு துடிப்பின் தொடக்கத்தைக் கட்டுப்பாடு செய்கிறதே தவிர, துடிப்பின் அகலம் அல்லது சுற்றின் நேர மாற்றியால் நினைவிடப்படுகிறது.

நேர்மின்வாய் பண்பேற்றத்தில் ஓர் உயர் மின்னழுத்தம் அலைவயற்றியின் நேர்மின் வாய்க்குத் துடிப்பு நேரக் கால அளவுக்குட்பட்டும் கொடுக்கப்படுகிறது. இந்த மூன்றாவில் ஓர் இடைபுது உண்டு. அதாவது ஆற்றல் மிக்க பரப்பிகளில் நேர் மின்வாய் மின்னழுத்தம் சாதாரணமாக ஆவிரக்கணக்கான வேலட்டுகளை அடைகிறது. எனவே, அவற்றைக் கட்டுப் படுத்துவது ஒரு கடினமான காரியமாகும். ஆனால் இந்த வகை யில் சில தன்மைகளும் உண்டு. அலைவயற்றியின் மின்முழாய் களிக் ஆக்கைது பூசப்பட்ட எதிர்மின்வாய்களை உபயோகிக்கும் பொழுது கிரீடு பண்பேற்றத்தைப் பிரயோகிப்பதில்லை. ஏனெனில் இவற்றில் மிக அதிக அளவு கிரீடு எதிர்மின்வாய் மின்தடை

வேண்டும். எதிர்ப்பின்காரிகளுக்கு கிரிடுக்கு ஆக்கவைடு போய்ச் சோசுவதால் கிரிடு பிள்கோட்டமும் திகழ்கிறது. அதனால் கிரிடுக் கற்றுள்ளவர்கள் அதிக மீள்தடைசை வைத்திருப்பதோ அல்லது கிரிடுப் பண்பேற்றமோ சாத்தியமானதன்று. தேர்வின்வாய்ப்பு பண்பேற்றம் ஒன்றே திகழக்கூடியதாகும். தேர்வின்வாய்ப்பு பண்பேற்றத்தின் செயல் முறைச் சுற்று ஒன்று மட்டும் 17-4-6 கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



17.4

செய்தியை வாய்விட்டுப் பேசும் அந்த

இங்கு,  $V_1$ ,  $V_2$  என்ற மின்னழுப்புகள் தொடர்சீனைப்பு முறையில் உயர்மின்னழுத்தத்திற்குக் குறுக்கே இணைக்கப்பட்டுள்ளன. பொதுவாக  $V_2$ -ன் கிடுகு மெட்டு நிலைக்கு அப்பால் எதிர்பின் னழுத்தத்தில் வைக்கப்படும்; ஆகவே, இந்த மின்னழுப்பவழியே தேர்மீன்வாய் மிகளோட்டம் நிகழ்வதற்கும், ஆகவே, அந்நிலையில்தான் தேர்மீன்வாய் மின்னழுத்தமெய்தும். இப்பொழுது தேர்மீனிலிருந்து பன்மேற்றித் துடிப்பு  $V_2$ -யின் கிடுக்குக் கொடுக்கப் படுகிறது. மின்னழுப்ப் கூடத்த ஆரம்பித்து  $V_1$ -க்கு உயர்மின் னழுத்தத்தைக் கொடுக்கிறது.  $V_1$  ஆகவேறுகின்றது. இந்தச் சுற்றில்  $V_2$ ,  $V_1$  ஆகிய இரு மின்னழுப்பங்களும் தொடர்சீனைப்பு

துடிப்புப் படிப்புகள்

முறையில் உன்னதமாக ஆகவே உடத்துப்பொருது அவற்றின் வழியே ஒரேயளவு மின்னோட்டமே செல்கிறது. மேலும் துடிப்பு நேரத்தில்  $V_1$  க் உள்ள மின்னழுத்த பேதம்  $V_2$  க் உன்னதம் விடக் குறைவாகும்.  $V_2$  அதிக எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடுகிறது. அதனுடைய நேர்மின்வாய் மின்னெதிர்ப்புக் குறைவு என்று பொருள்படுகிறது. துடிப்பின் உருவத்தைச் சிதைவாயாக பாது காப்பதற்கு மின்முழாயின் மின்வாய்களுக்குமிடையே உள்ள தேக்கு திறன் மிகக் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும். நேர்மின் வாய் மின்னெதிர்ப்பு மிகக் குறைவாக இருக்கவேண்டும் என்ற பொதுவான நிலைக்கு இது ஓரணுகிறது. பண்பேற்றி மின் முழாயைத் தேர்ந்தெடுக்கும்பொழுது இவற்றைக் கவனத்தில் கொண்டு எம்வாய் பண்டுகளுக்கும் ஒத்தபடி தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

அலைவுச் சுற்ற அலைவுற ஆய்ந்ததவுடன், அலைவுகள் வளர்கின்ற வேகம் மின்சுற்றிலுள்ள எதிர்மின் தடைமையச் சார்ந்துள்ளது. துடிப்பின் உருவத்தைப் பாதுகாக்க மின்முழாயின் பரிமாற்றுக் கட்டத்துறின், நேர்மின்வாய்ச் சுற்றுகளிலிருந்து பிரிஞ்சு சுற்றுகளுக்கு உள்ள மின்இணைப்பு, மின்முழாயின் தடைக்கூறு ஆகியவை போன்ற மின்சுற்றின் எதிர்மின் தடை மையப் பாதிக்கின்ற திகழ்ச்சிகளை மிகவும் கவனத்தில் கொள்ளல் வேண்டும். மேலும் மின்சுற்றமைப்பில் துடிப்பின் இறுதியில் அலைவுகள் குறைகின்ற வேகத்தையும் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும். அலைவுகளின் சிதைவு மின்சுற்றின் தடைக்கூற்றை யும் மின்முழாய் திறனுவிடுவதையும் மிக அதிக அளவில் சார்ந் துள்ளது. துடிப்பின் உருவத்தைப் பாதுகாக்க இப்படிப் பல்வேறு முரணான கருத்துகளுக்கிடையே ஒர் உடன்பாடு காண வேண்டும்.

பண்பேற்றி நிலையில் துடிப்புகளைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குப் பரிணக, தானே நன் துடிப்புகளைத் தயாரித்துக்கொள்ளும் அலைவியற்றிகளைப் பரப்பிலில் உபயோகிப்பது சில சமயங்களில் சாத்தியமானதும், சில குறைந்த ஆற்றலுள்ள சுற்றுகளில், குறிப் பாக விமானங்களில் உபயோகப்படுகின்ற சுற்றுகளில் இத்தகைய அலைவியற்றிகள் பயன்படுகின்றன. இவற்றில் கிடுக்கு் கசிவு, கிடுகு ஒரு நுப்பு மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கப் பயன்படுகிறது. மிக அதிகமான எதிர்ப்பையுடைய நேர மாதிரி, கசிவு மின் தடைக்கும் கிடுகு மின்நேக்கிற்கும் கொடுக்கப்படுகின்றன. சம நிலையை அடைகிறவகையில் அலைவுகள் கூடுகின்றன கசிவு மின் தடைக்கு இடையேயுள்ள நுப்பு மின்னழுத்தம் அலைவுகளின்

விக்கனில் ஏற்படும் மாறுதல்களுக்கு மிக வேகமாக எடு கொடுக்கிறது. ஆகவே, செயலற்றுப்போகச் செய்கும் மின்னழுத் தத்தின் விளைவாக அலைவுகள் அழிந்துபோகலாம். அலைவு நேரத்தில் துடிப்பு அலைகள் கூர்மையை அதிகரிப்பதற்காக கிசிடு சில சமயங்களில் நேர்மின்வாய்ச் சுற்றுகள் இணைக்கப் படுகிறது.

1943-க்கு முன்னால் குறைந்த திறனுடைய ராடர் யார்டி களும் ஏர்லேனும் விமானங்களில் பொருத்தப்பட்டுக் கடலில் செழுத் தப்படும் கப்பல்களைக் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டன. இவற்றில் பயன்படுத்தப்பட்ட அலைநீளங்கள் 1.5 மீட்டர்களை விடச் சற்று அதிகமாக இருந்தன. இவை 10 அங்குது 15 அங்கு துக்கு அப்பால் இருந்த கப்பல்களையும் அதற்குள்விருத்த நீர் மட்டத்தில் சென்றோகண்டிருந்த நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களையும் கண்டுபிடித்தன. இதுவரையில் செங்குமிட்டர் அலைகளைப் பயன்படுத்தும் கைக்ரோ அலை யார்டும் முறை தடைமுறைக்கு வரவில்லை. ராடரின் முக்கிய நோக்கமே தூரத்தில் உள்ள ஓர் இலக்கை அந்த இலக்கின் உதவியின்றியே கண்டுபிடிப்பதாகும். 1943-ல் இந்தத் துறையில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றங்கள் மேலே கூறப்பட்ட கருத்தின் விளைவுகளாகும். எதிரி நீர்மூழ்கிக் கப்பல் களில் இருந்த ராடர் கருவிகள் 50 அங்குதளுக்கு அப்பாலும் இருந்துவரும் துடிப்புகளைப் பெறக்கூடியவனாக இருந்தன. ஆகவே, வான ஊர்தி ராடரிலுள்ள ஏற்பி, நீர்மூழ்கிக் கப்பல் களைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு முன்னால், அந்த எதிரி நீர்மூழ்கிக் கப்பல் பாதுகாப்பிற்காக நீருக்குள் முழுகிவிட்டது. இந்த நிலையில் மிகக் குறுகிய ரேடியோ அலைகளை, உபயோகப்படுத்தவேண்டும் எனத் தீர்மானித்தனர். எனவே, செங்கு மீட்டர் அலைகள் உபயோகத்திற்கு வந்தன. இதனால் எதிரி நீர்மூழ்கிக் கப்பலின் தலைவர்களுக்குப் பெரிதும் இன்னடிகள் விளைந்தன.

செங்கு மீட்டர் அலைகளைப் பயன்படுத்துவதில் எண்ணற்ற இடைபூறுகளைச் சமாளிக்க வேண்டியதாகிற்று. அவற்றில் முதலாவது, வினாடிக்கு 500 மொகா சுற்றுகள் (50 செங்கு மீட்டர் அலை நீளம்) அடுக்கத்தில் சாதாரண மின்னூழாய்களின் அகவாய் மீள்தடை மிகமிகக் குறைவாகும். எனவே, அலைவுகளைப் பெருக்குவது முடியாமல் போயிற்று. இந்தகையை அடுக்கக்களை உற்பத்தி செய்வதற்கு வேறு முறைகளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டி யதாகிற்று. ஆகவே, கைக்ரோ அலைகளைப் யார்டும் முறைகளைப் பற்றியும், கைக்ரோ அலைகள் உற்பத்தி செய்வதில் ஏற்படும் இன்னடிகளை நீக்கும் முறைகளைப்பற்றியும் நாம் கவனிப்போம்.



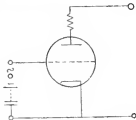
செய்யப்பட்ட அமைப்பைப் பயன்படுத்தும் சாட்சாந்தரப்பத்தியகோட் படுத்துவதும் அவற்றின் தடைநுரை விவரங்களையும் விவரமாக இந்தச் சிறிய நூலில் கொடுக்க இயலாது. எனவே, கைத்தொடர் அமைப்பை உற்பத்தி செய்வதில் சில மூக்கியான கருத்துகளையும் நாம் கவனிப்போம்.

உயரடுக்க அமைப்பை உற்பத்தி செய்வதிலும் அவற்றைப் பெருக்குவதிலும் சாதாரண மின்னூழாய்ச்சிகள் இயலாமலுக்குக் காரணம் பொதுவாக அவற்றின் அகவாய்மின்சேர்க்கைத் திறக்கமே யாகும். குறிப்பாக எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்மின்வாயிலிருந்து நேர்மின்வாய்க்குச் செல்வதற்கு எடுத்துக் கொள்கின்ற நோயே மூக்கியான காரணமாகும். சாதாரண அடுக்கங்களில் இந்த நோய், அதாவது ஓர் எலெக்ட்ரான் மின்னூழாய்ச்சி ஒரு மின்வாயிலிருந்து வேறொரு மின்வாய்க்குச் செல்வதற்கு ஆகின்ற இந்த நோய், உற்பத்தி செய்வப்போது அமைவு மின்னழுத்தத்தின் ஒரு மூலச் சுற்றுக்கு ஆகின்ற நோத்தோடு ஒப்பிடப்படும்பொழுது மிக மிகக் குறைவாகும். எனவே, சாதாரண அடுக்கங்களில் இந்த நோய் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தில் குறிப்பிடத்தக்க விரைவுகளை உண்டாக்குவதில்லை. ஒரு வினாடிக்கு 500 மெகா கைக்கிள் கனாக்கு மேற்பட்ட அடுக்கங்களில் ஒரு மின்வாயிலிருந்து, வேறொரு மின்வாய்க்கு செல்ல எலெக்ட்ரான் எடுத்துக்கொள்ளும் நோய், ஓர் அமைவு மின்னழுத்தச் சுற்றிற்கு ஆகும் நோத்தோடு ஒப்பிடக்கூடிய அளவில் இருக்கிறது. பிறகு மின்னூழாய்ச்சி குறைக்க இடமில்லாத வகைகளில் மாற்றம் அடைகின்றன. குறிப்பாக கிரீடு அக மின்னழுத்தத்திற்கும் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள கட்டப் பெத்தின் காரணமாகப் பரிமாற்றக் கடத்து திறன் மிகுந்துகிறது. மின்னூழாய்ச்சி எதிர்மின்வாய் நிலமழும் இடைபூதரை விளைவிக்கின்றது. எனவே, மேலே சொல்லப்பட்ட விளைவுகளின் பயனாக அமைப்புகள்கள்கள் குறைகின்றன.

மேலே சொல்லப்பட்ட விளைவை இன்னும் சிறிது விளக்கக் கூறலாம். உயர் அடுக்கங்களில் கிரீடு எதிர் மின்னழுத்தத்திலிருந்து எலெக்ட்ரான்களை சுக்காதபோதுகூட அதில் ஆற்றல் விரயமாகிறது. ஏனெனில், ஒரு மின்வாயிலிருந்து வேறொரு மின்வாய்க்குச் செல்ல எலெக்ட்ரான்கள் எடுத்துக்கொள்ளும் நோய் அகமின் தடைவை வெகுமளாகக் குறைக்கிறது. இதன் விளைவாக கிரீடு மூக்கை கைகை மின்னழுத்தத்திற்கும், நேர்மின்வாய்க்குச் செல்லுகின்ற எலெக்ட்ரான்கள்களும் இடையே ஆற்றல் பரிமாற்றம் நிகழ்கிறது. இந்தப் பரிமாற்றம் கிரீடு நிலையிலிருந்து திறன் வாய்க்கி

அதன் மீள்தடைவாகக் குறைக்கின்றது. உதாரணமாக ஒரு பெஸ்டோடு மின்குழாயின் புறமீள்தடை 60 மெகா ஒற்றையில் 80,000 ஒங்கனாக உள்ளன. இதுவே 800 மெகா ஒற்றையில் 8000 ஒங்கனாகக் குறைகின்றது. இதன் விளைவாக இந்த மின் குழாயின் உச்சப்பெருக்குத் திறன் ஏறக்குறைய 12-க்குத் துக்கிற்றுக் குறைகிறது. இந்த இடைபூறுகளை நீக்குவதற்காக அக்வரன் (vacuum) மின்குழாய்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இந்தக் குழாய்கள் பருமனில் மிக மிகச் சிறியவை. இவற்றில் ஒரு மின்வாய்க்கும் இன்னொரு மின்வாய்க்கும் இடைவெளிகள் தூரம் வெகுவராகக் குறைக்கப்பட்டது. ஆனால், இவற்றை உற்பத்தி செய்வதிலுள்ள இடைபூறுகளும் ஆற்றல் விரயமாவதைத் தடுப்பதிலுள்ள சிரமங்களும் மிக அதிகமாக உள்ளன.

ஒரு மின்வாயிலிருந்து வேறொரு மின்வாய்க்குச் செல்ல எலெக்ட்ரான்களுக்கு ஆகும் நேரத்தின் விளைவைச் சுருக்கமாகக் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கலாம். படம் 17.5 ஐக் கவனிக்கவும்.



படம் 17-5

எலெக்ட்ரான் எட்க்கும்-கால விளக்கச் சுற்று

ஒரு வாயோடு மின்குழாயின் நேர்மின்வாய் ஒரு மின்னழுத்தத் துடன் படத்தில் காட்டிய மூன்றளில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கீரிட்கு ஓர் எதிர்மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அத் துடன் ஓர் உயர்மின்னழுத்த இரு திசை மின்னழுத்தமும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. கீரிடின் மாறுதிசை மின்னழுத்தம் குறைவாகக் குறைய நேர்மின்வாயை நோக்கிச் செல்லும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் குறைகிறது. ஆனால், மின்வாய்களின் இடை-

வழியில் எலெக்ட்ரான்கள் செல்வதற்கு ஆளும் நேரத்தாமதத் திருக் கிரீடு நேர்மின்வாய்ப் பக்கத்தில் கிரீடு எதிர்மின்வாய்ப் பக்கத்திலிருப்பதனிட எலெக்ட்ரான்களின் அடர்த்தி அதிகம். இந்த நிலையில் கிரீடில் மின்னோட்டம் நிகழ்கிறது. ஏனெனில் கிரீடில் ஒரு பக்கத்தில் மறு பக்கத்தில் இருப்பதனிட அதிக மின்னோட்டம் உள்ளது. சிதறு நேரத்திற்கும் நேரு கிரீடின் மேற் பொருத்த மின்னழுத்தம் அதன் உச்சமதிப்பை நோக்கிச் செல்லுமாப்பொழுது கிரீடின் எதிர் மின்னழுத்தம் குறைகிறது. கிரீடை நோக்கிச் செல்லும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. எதிர் மின்வாய்ப் பக்கத்தில் நேர்மின்வாய்ப் பக்கத்திலிருப்பதனிட எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாகிறது. இதற்கும் எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாயை அடைவதற்கு ஆளும் நேரத்தில் ஏற்படும் தாமதமே காரணமாகும். கிரீடின் இரு பக்கங்களில் மின்னோட்டப்பேதம் இருப்பதால் ஒரு மின்னோட்டம் நிகழ்கிறது. இந்த மின்னோட்ட எலெக்ட்ரான்கள் கடக்கும் நேரத்திற்கும் கடக்கும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கும் கிரீடு மின்னழுத்தத்திற்கும் புறவாய் அடுக்கத்திற்கும் நேர்விகிதத்தில் உள்ளது.

மேலே சொல்லப்பட்ட கிரீடு மின்னோட்டத்தில் ஒரு பகுதி மீள்திறன் இழப்பிற்கும் காரணமாக அமைகின்றது. இப்படி இழக்கப்படும் மீள்திறனை கிரீடு எதிர்மின்வாய் இவற்றிற்கு இடைமேயான ஓர் இணைமாற்று மீள்திறனின் அடிப்படையில் கூறலாம்.  $A$  மிளிவுப்பெருக்கிகளுக்கு இந்த இணைமாற்று மீள்திறன் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டினால் பெறப்படுகிறது.

$$R = (C/gm f^{1/2})^{-1}$$

இங்கு  $gm$  என்பது குழாயின் வாட்டம்,  $f$  என்பது அடுக்கம்,  $C$  என்பது எதிர்மின்வாயிலிருந்து கிரீடுக்குச் செல்ல ஓர் எலெக்ட்ரானுக்கு ஆளும் நேரம்,  $R$  என்பது குழாயின் திறனையும் அமைப்பையும் பொறுத்துள்ள ஒரு மாநிலி ஆளும். எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்மின்வாயிலிருந்து நேர்மின்வாய்க்குச் செல்வதற்கு ஆகின்ற நேரத்தினால் ஏற்படும் விளைவுகளைப் பயன்படுத்தியும் ஒரு சாதாரண டிரயோடிலிருந்து உபாடுக்க அலைவுகளை உற்பத்தி செய்வலாம். இந்த முறையின் அலைவற்றிகள் வெகு காலத்திற்கு முன்பே தயாரிக்கப்பட்டன. அவற்றில் முதன்மையானது குரீஸ் (Kurz) என்பவரால் 1919 க் தயாரிக்கப்பட்ட மீள்குழாய் ஆளும். இந்த மீள்குழாயின் பாகங்களின் அமைப்பு பஸ்கிதங்களில் தற்காலக் குழாய்களை ஒத்திருக்கிறது. எதிர்மின்வாயிலிருந்து நேர்மின்வாய்க்கு எலெக்ட்ரான்கள் செல்லும்

பாதை எம்மவர் புள்ளிகளிலும் ஒரே அளவினதாக இருத்தது. இந்தக் குழாய் வெகிசெய்யும்பொழுது கிரீடின் மின்னழுத்தம் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்துடன் ஒப்பிடும்பொழுது நேர்க்குறி ஏறாடவதாக இருத்தது. எதிர் மின்வாய் வெளியிட்ட எலெக்ட்ரான்கள் இதில் கிரீடானால் கவரப்படுகின்றன. கிரீடு ஒரு கம்பி வலை அளவப்பிற் இருத்ததாக எலெக்ட்ரான்கள் அதை விட்டு விட்டுச் சென்றன. எலெக்ட்ரான்கள் கிரீடுக்கப்பால் கிரீடு நேர் மின்வாய்க்குப் பகுதியில் திரைவேகத் தளர்ச்சி அடைத்து நேர் மின் வாய்க்கு முன்னால் திண்ணிடுகின்றன. இந்த வேகத் தளர்ச்சிக்குக் காரணம் அவை கிரீடு மின்னழுத்தத்தால் இழுக்கப்படுவதே யாகும். எலெக்ட்ரான்கள் திரும்பவும் கிரீடால் கவரப்பட்டு எதிர் திரையில் கிரீட்டைக் கடத்து செல்பின்றன. கறுப்படிவும் அவற்றின் வேகம் குறைவதாக இப்பொழுது கிரீடு எதிர்மின்வாய்க்குப் பகுதியில், எதிர்மின்வாய்க்குச் சற்று முன்பாக திண்ணிடுகின்றன. இப்படி எலெக்ட்ரான்கள் கிரீட்டைப்பொறுத்து அலைவதுகின்றன. இந்த தலை கிரீடு எலெக்ட்ரான்களின் பிடித்து அவற்றை நீக்கும் வகையில் நீடிக்கிறது. இம் முறையில் அலைவுகளை உற்பத்தி செய்வதில் விசுவாசமாக ஆற்றல் எதிர்க்குறியுடையது (negative) என்ற கூறலாம். இது எதிர் மின் தடைவைப் போன்றதாகும். உண்மையில் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் எலெக்ட்ரான்களுக்கு ஆற்றலைக் கொடுக்கிறது. எலெக்ட்ரான்கள் இந்த ஆற்றலை இடைவாய்ச் சுற்றுக்கு அளிக்கின்றன. வெளிக்கற்று கிரீடு அலைவுகளின் அடுக்கத்தில் ஒத்ததிர்வுறுகிறது.

மேற்கண்ட முறையில் பல இடைபூறுகள் உள்ளன. அவற்றின் முக்கியமானவை எலெக்ட்ரான்களின் கட்டபேதத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்களாகும். நேரம் ஆக ஆக எலெக்ட்ரான்கள் அதிக அளவு ஆற்றலை வெளியிடுவதாக கிரீடுத் தளத்திலிருந்து அவை அலைவதுகின்ற தூரம் படிப்படி வாகக் குறைகிறது. இதுவே கட்டபேத மாறுதல்களுக்குக் காரணமாகும். இதனால் எலெக்ட்ரான்கள் கிரீடு அலைவுச் சுற்றிற்கு ஆற்றலைக் கொடுப்பதற்குப் பதிலாக ஆற்றலை வாகிக்கொள்கிறது. இதனால் அலைவுகள் சிதைத்து விடுகின்றன. எலெக்ட்ரான்களின் கட்டபேதம் ஆற்றலை கிரீடுச் சுற்றிலிருந்து பெறக்கூடிய அளவுக்கு மாறும்பொழுது அவற்றைப் பிடிக்குமாறு மின் குழாயை அளவப்பதன்மூலம் மேற்கண்ட விளைவைப் போக்கிவிடலாம்.

மேலே சொல்லப்பட்டவற்றில் அலைவுகளின் அடுக்கம் மின்வாய்க்குக்கிடையே உள்ள தூரத்தையும் கிரீடு நேர்மின்வாய் ஆகிப்பவற்றின் மின்னழுத்தத்தையும் பொறுத்துள்ளது. இந்த

## துடிப்பு மரபிலிகள்

அடுக்கம் வெளியிடைகற்ற அகலவகைச் சாத்திரப்பதிக்ரீ-  
உருவவகை மின்வாங்கியும், ஒத்த அமைப்புகள இடைவெளி  
வகை உள் மின்முழாவிட உண்டாகும் அகலவகை நீளம்  
செங்கு மீட்டர் அளவில் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டினும் கொடுக்கப்  
படுகிறது.

$$\lambda = \frac{872.2}{\sqrt{V_g}}$$

இங்கு  $\lambda$  = அலைநீளம் (செங்கு மீட்டரில்)

$d$  = தேர்மிகவாசில் ஈட்டம் (செங்கு மீட்டரில்)

$V_g$  = கிரீடு மின் அழுத்தம்.

கிரீடும் மின்னழுத்தம் அதிகமாகவும் தேர்மிகவாசில் ஈட்டம்  
குறைவாகவும் இருக்கும்பொழுது மிக அதிக அடுக்கங்கள் உற்  
பத்தி செயல்படும். இவை மின்அலை இயந்திரின் பயனுறு  
திறனையும் (efficiency) வெளிவரு அளவு திறனையும் பாதிக்கி  
ந்தன. எனவே, ஒரு குறிப்பிட்ட மின்முழாவின் கிரீடு  
மின்னழுத்தத்தை, தகை மூலையில் மின்முழாவ் பயன்படு  
வதற்கு, கவனமாகத் தேர்ந்தெடுக்கவேண்டும்.

மிக அதிக அடுக்கங்களை உற்பத்தி செய்வதற்குத் தற்  
காலத்தில் மாக்னெட்ரான், கிரீஸ்ட்ரான் போன்ற தனிய  
மின்முழாவாக் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றைப்பற்றிய  
விளக்கம் வேறொரு பகுதியில் கூறப்பட்டுள்ளது. ஒரு மாக்னெட்  
ரானில் கிடைக்கக்கூடிய அலைநீளம் (செங்கு மீட்டரில்)  
கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டினும் பெறப்படுகிறது.

$$\lambda = \frac{12500}{H}$$

இங்கு  $H$  என்பது வெட்டுநிலை காத்தப் முறத்தின் வலுவாகும்.  
ஒரு வினாடிக்கு 80,000 மெகாச் சுற்றுகளுக்கும் (ஒரு செங்கு  
மீட்டர் அலை நீளம்) மேற்பட்ட அடுக்கங்களை மாக்னெட்ரான்  
அலைவியற்றினைக் கொண்டு உற்பத்திசெய்யலாம். மாக்னெட்ரான்  
அலைவியற்றிகளிலும் பண்பேற்ற மூலையே பயன்படுகிறது. ஏனெ  
னில் மாக்னெட்ரான்களில் கிரீடு கிடைவாது. எனவே, கிரீடுப்  
பண்பேற்றம் நடப்பதற்கில்லை. மாக்னெட்ரானின் தேர்மிகவாசில்  
சுற்றுக்கு மின்னழுத்தச் சதுரத் துடிப்புடன் கொடுக்கப்படுகின்றன.  
எனவே, மிகக்குறைந்த அலை நீளமுள்ள ரேடியோ அடுக்கத்  
துடிப்புகள் வானவெளியில் அனுப்பப்படுகின்றன.

### வினாக்கள்

1. ரூடர் பர்பிகளில் ரேடியோ அடுக்கத் துடிப்புடன் எவ்வாறு உண்டாக்கப்படுகின்றன? அவை எவ்வாறு வெளியே அனுப்பப்படுகின்றன?
2. ரூடர் பர்பியின் பாகவிக் வானவ? ரூடர் பர்பிக்கும் ரேடியோ பர்பிக்குமுள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகள் வானவ?
3. 'பர்பிக்கும் இலக்கிற்கும் இடையே உள்ள தூரத்தை ரூடர் செய்கை இரு தடவை கடக்கிறது.' இந்தக் கூற்றை விளக்குக.
4. இலக்குகளின் பயனுறு திருப்ப எண் எந்தெந்த ஆள்கள் களைப் பொறுத்தது?
5. ரூடரில் துடிப்புடன் மூலத்தால் செய்கைகளை அனுப்ப வேண்டும். ஏன்?
6. ரூடர் பர்பிகளில் சராசரி மிக் திறனுக்கும் உச்ச மிக் திறனுக்குமுள்ள தொடர்பு வாறு?
7. ரூடர் பர்பியில் உள்ள அலைவியற்றி மிக் குழாயின் படம் வரைந்து விளக்குக.
8. ரூடர் கிரீடு பன்மேற்றம் நடைபெறும் மூலதனவத் தகுத்த மின்சுற்றுடன் விளக்குக.
9. ரூடரில் தேர்மிக் வாய் பன்மேற்ற மூலதனவ ஒரு தகுத்த மின்சுற்றுடன் விளக்குக.
10. சிறு குதிர்பு வரைவ
  - (a) திறன் பெருக்கிகள்.
  - (b) ஆளுகை அலைவியற்றி.
  - (c) துடிப்பு தேர்மூல் ஒய்வு தேர்மூல்.
  - (d) வெணர் கம்பிகள்.
  - (e) அகரில் மிக் குழாய்கள்.

## 18. துடிப்பு ஏற்பிகள்

(Pulse Receivers)

பர்பீயிக்குத்து வானவெளியில் அனுப்பப்படுகின்ற துடிப்பு களைத் திரும்பப் பெறுவது ஒரு சிக்கலான பிரச்சினையாகும். இதிலுள்ள அமைப்பு மிகக் குறைந்த தீர்மானம் செய்வதற்கு உடனடியான ரேடியோ அடுக்க அமைப்புகளும் மிகக் குறைந்த அடுக்க அமைப்புகளும் பொருத்தமானதாக இருக்கவேண்டும். துடிப்புகளைத் திரும்பப் பெறுகின்ற எந்தவோர் ஏரியலும் உணர்வு துட்டம் (sensitivity) உடனடியாக இருக்கவேண்டும். அதாவது அவை ஏரியல்களில் (aerials) துண்டப்படும் மிகக்குறைந்த ரேடியோக் களை மீட்டெடுக்கும் உணரக்கூடியனவாக இருக்க வேண்டும். அதே சமயத்தில் ஏரியலில் கொடுக்கப்படுகிற களை வலுமிக்கும் (signal strength) இரைச்சலுக்கும் (noise) உள்ள தகவு மீட அதிகமாக இருக்கவேண்டும். ஏற்பியிலுள்ள இரைச்சல் அதிகமாக இருந்தால் வலுவற்ற களைகளை உணரமுடியாமல் போய் விடும்.

ஏற்பியிலுள்ள இரைச்சலும் இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்று தவிர்க்கமுடியாத இரைச்சல்; மற்றொன்று தீக்கக்கூடிய இரைச்சல். இவற்றில் தவிர்க்கமுடியாத ஒன்றாகவே ஏற்பியின் தொழிற்படு திறனைப் பாதிக்கின்றன. இவை ஏற்பிகளில் ஆரம்ப நிலையிலேயே தொடர்ந்துவிடப்படுகின்றன. இவற்றுக்குக் காரணம் வெப்பக் கிளர்ச்சி (thermal agitation), எலெக்ட்ரான்கள் வேகமாக வெளியிடப்படுதல் (shot effect) ஆகிய இரண்டுமாகும். வெப்பக் கிளர்ச்சி வெப்பது மிக்கத்திலுள்ள கடத்திகளில் எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு வரையறைமின்றி இயங்குவதாக ஏற்படும் இரைச்சலாகும். உலோகங்கள் அவற்றில் மூர்ப்பணி எலெக்ட்ரான்கள் (free electrons) இருப்பதாலேயே, மின்சாரத்தைவும் வெப்பத்தையும் கடத்துகின்றன. இந்த எலெக்ட்ரான்கள் கடத்தியில் தொடர்ந்து ஓடிக்கொண்டே இருக்கின்றன. இந்த எலெக்ட்

ராக்ஸ்கின் திரைவேகம் கடத்தியின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்திருக்கும். பொதுவாக, கடத்திகளில் ஒரு திரைஸ்கின் மந்தத் திரைவையிட அதிக எவெக்ட்ரான்கள் ஓடும். எனவே, கடத்தியின் இரு முனைகளுக்கிடையே ஒரு மின்னழுத்தமேதும் உண்டாகிறது. எவெக்ட்ரான்களின் வரையறைபற்ற இயக்கங்களால் இந்த மின்னழுத்தம் நிமிடத்திற்கு நிமிடம் மாறுபடுகின்றது. எனவே, மின்சுற்றுகளில் தேவையற்ற மின்னழுத்தங்கள் உண்டாகி, அவை காரணக்களுடன் பெருக்கப்பட்டு காரண மின்னழுத்தங்களை ஓரளவிற்குச் செயல்பற்றதாகக்கிவிடுகின்றன.

எதிர்மின்வாயிலிருந்து நேர்மின்வாயை நோக்கி எவெக்ட்ரான்கள் ஓர் ஒழுங்கின்றி ஓடுவதே மந்தெழு காரணமாகும். எவெக்ட்ரான்களின் இந்த ஒழுங்கற்ற உட்படம் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தில் தேவையற்ற மாறுதல்களை உண்டாக்குகிறது. எனவே, ஏற்பியில் பல்வேறு வித இரைச்சல்கள் உண்டாகின்றன. மின் குழாய்களிலுள்ள சூழ்மின்னோட்டம் (space charge) எவெக்ட்ரான் சுற்றுகளிலுள்ள இந்த ஒழுங்கின்மைக்குக் கட்டுப்படுத்துகிறது. ஆகவே, இந்தவித இரைச்சல் முழுமைவாக நீக்கப்படவேண்டுமானால் சூழ் மின்னோட்டம் உருவாவதற்குத் தேவையான அளவு எவெக்ட்ரான்கள் வெளியிடப்படவேண்டும். இதற்குப் பலவிதங்களிலும் ஒத்த வேறெழு விளைவும் மின் குழாய்களில் உண்டு. இதற்குப் பெயர் சிபிட்டுவிளைவு (flicker effect) ஆகும். இது எதிர்மின்வாயின் தளத்தில் சிறிய பரப்புகளில் வெளியிடப்படுகின்ற எவெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை மாறுபடால் உண்டாகிறது.

மைக்ரோஸ்கோப் குழாய்கள், அருகிலுள்ள சுற்றுகளிலிருந்து மின் துண்டம் ஆகியவற்றின் காரணமாக உண்டாகும் இரைச்சல், நீக்கக்கூடிய இரைச்சல் எனப்படும். அருகிலுள்ள சுற்றுகளில் வினுடிக்கு 50 சுற்றுகள் இருந்தால் மின்னோட்டம் செல்வதால் ஹம் (hum) என்ற ஒலி உண்டாகிறது. இந்த 'ஹம்' என்ற ஒலி ரேடியோ அடுக்கப் பெருக்கிகளிலும், இடைநிலை அடுக்கப் பெருக்கிகளிலும் இன்னல்களை விளைவிப்பதில்லை. ஆனால், மிகக் குறைந்த அடுக்கங்களில் அதிகமான பெருக்கம் தேவையாய்வு பொழுது இந்த 'ஹம்' என்ற ஒலி இன்னலி விளைவிக்கின்றது. மைக்ரோஸ்கோப் ஓசைகள் மின் குழாய்கள் அதிகவுறுதலால் உண்டாகின்றன. குறிப்பாகக் குறைந்த அடுக்க நிலையில் இந்த தகைய அதிர்வுகள் குழாய்களின் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தில் மாறுதல்களை விளைவிக்கின்றன. இந்த மாறுதல்கள் செவியுற அடுக்கங்களிலிருப்பதால் அவையுள் குறி மின்னழுத்தத்தோடு



பெருக்கப்படுகின்றன. ரேடியோ அடுக்க நிலைகளில் மின்னழுப்பங்களில் அதிகவுகள் பெருக்கத்தைச் சிந்தனையே மாற்றசெய்யும்.

ஒரு மின்னழுப்பில் அல்லது அதைச் சூழ்ந்துள்ள சுற்றில் உண்டாகும் தேவையற்ற இரைச்சல் அது தேவையற்ற ரேடியோச் சைகையை எந்த அளவுக்குப் பாதிக்கின்றது என்பதைப் பொறுத்தே அந்த இரைச்சலின் முக்கியத்துவம் கணிக்கப்படுகிறது. உதாரணமாக, ஒரு மின்னழுப்பில் சைகை மின்னழுத்தம் ஒரு வேலவட்டாக இருக்குமானால், ஒரு சில மைக்ரோ வேலவட்டாக உள்ள இரைச்சல்கள் கருத்தில் கொள்ளாது நீக்கப்படும். ஆனால், ஓர் ஏற்றியில் மூலம் ரேடியோ அடுக்க நிலையில் சைகை மின்னழுத்தமே ஒரு மைக்ரோ வேலவட்டு இருக்குமானால் இரைச்சலும் ஒரு மைக்ரோ வேலவட்டு அளவில் இருந்தால் இது ஒரு பிரச்சினை ஆகின்றிருக்கிறது. தொலைக்காட்சி வயரிசாலியே ஈடாசிலும் இரைச்சல் எந்த சொல் அம்மளவு சரியானது அன்று. ஏனெனில் இங்கு வெளியே பகுதியில் ஒளி பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. இருந்தபோதிலும் கருத்துகளைச் சுயமாகப் புரிந்துகொள்வதற்காக வழக்கிலுள்ள சொற்களையே உபயோகிக்கின்றனர்.

எதிரொளிக்கப்பட்டுவரும் துடிப்புக்கள் பெறுவதற்கு ஏற்றிகளில் பெரும்பாலும் கலக்கிப் பிரித்தல் மூலமே கையாளப்படுகின்றது. சைகைக்கும், இரைச்சலுக்கும் உள்ள தகவல் அதிகமாக இருப்பதற்காகக் கலப்பிக்கு (mixer) மூலபு குறைத்தது இரண்டு ரேடியோ அடுக்க நிலைகளாவது ஏற்றியிலிருக்கும். பெரும்பாலும் ஏற்றிகளில் சைகைக்கும் இரைச்சலுக்கு மூன்று தகவு, மூலம் மின் குழாயையே பொறுத்து இருக்கிறது. ஏரியலிலிருந்து மின்னோட்டத்தை நோடியாகக் கலப்பிக்குக் கொடுப்பதால் ஏரியலின் உணர்வு துட்டம் குறைவதோடல்லாமல் சைகைக்கும், இரைச்சலுக்குமூன்று தகவு குறைகிறது. ஏனெனில் ஒரு கலப்பிவின் மின் குழாய் பெரும்பாலும் சைகைப் பெருக்கத்தை ஏற்படுத்துவதில்லை. பதிலாக ரேடியோ அடுக்க நிலையில் அதே அளவு மின்னோட்டத்திற்கு நான்கு அல்லது ஆறு பங்கு இரைச்சல் அதிகரிக்கிறது. இந்த நிலையில் சைகைகளையும் நான்கு அல்லது ஆறு பங்கு அதிகரிக்கவேண்டும்.

ஒரு துடிப்பு ஏற்றி ஒரு தொலைக்காட்சி ஏற்றியை அநேக விதங்களில் ஒத்திருக்கும். மேலும் ஒரு சாதாரண கலக்கிப் பிரித்தல் ஏற்றியிலிருந்து பெருமளவு மாறுபட்டிருக்காது; ஏனெனில் அவற்றின் தொழிற்படும் குறைகள் ஏதக்குறைய ஒரே மாதிரியானவை. ஆனால், அவற்றின் நுணுக்கங்களில் மாறு

மாடுகள் உண்டு. ரேடியோ அடுக்கப் பெருக்கங்களில் மாறுபாடு வறுக்கு மிக அதிக பட்டை அகலங்களே (band width) காரணமாகும். துடிப்புகளின் அகலம்மேல் மாறுபாக்கவேண்டுமானால் இந்த அகலமான பட்டைகள் அவசியமாகும். கணிதமுறையில் செவ்வகத் துடிப்புகளையும், சைன் அலைகளையும் சேர்த்தும் பொழுது அவற்றுக்குள் ஒரு சிறந்த வேறுபாட்டைக் காணலாம். ரஹ் பரப்பில் செவ்வகத் துடிப்புகளும் சாதாரண ஒளிப்படிப் பண்பெற்றதற்கும் சைன் அலைகளும் உபயோகிக்கப்படுகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. உதாரணத்திற்காக ஒரு சதுரத் துடிப்பையும் ஒரு சைன் அலைகளையும் எடுத்துக் கொள்வோம்.  $e$  என்பது உடனடியான மின்னழுத்தம் என்றும்,  $E$  என்பது  $e$  மின்னழுத்தம் என்றும் கொண்டால் சைன் அலைக்கு

$$e = E \sin 2 \pi f t$$

சதுரத் துடிப்பிற்கு,

$$e = \frac{4E}{\pi} \left[ \sin \pi f t + \frac{\sin 3 \pi f t}{3} + \frac{\sin 5 \pi f t}{5} + \dots \right]$$

இங்கு  $\omega = 2 \pi f$

சைன் அலைக்கான சமன்பாட்டில் ஒரே ஒரு பதமே உள்ளது. ஆனால், சதுரத் துடிப்பிற்கான சமன்பாட்டில் எண்ணற்ற பதங்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு பதமும் வரிசையாக அதிகரிக்கின்ற அடுக்கங்களைக் குறிக்கின்றன. உண்மையில் இப்படி எண்ணற்ற சைன் அலைகள் ஒரே சமயத்தில் கிடைப்பதுதான் துடிப்பின் முதல் மூலையின் அதிகமான வாட்டத்திற்குக் காரணமாகும். இதைப்போன்ற எண்ணற்ற தொடர்கள் எக்ஸர் செவ்வகத் துடிப்புகளின் தனிப் பண்புகளாகும். அந்தத் தொடர்கள் ஆம் பத்திலிருந்து இறுதியை உள்ள அடுக்கங்களைக் குறிப்பிடுகின்றன.

செவ்வகத் துடிப்புகளைப் பெற்று அவற்றை நல்ல முறையில் திரும்ப உண்டாக்குவதற்கு ஒர் ஏற்பு அமைப்பு சிறி உட்பட எக்ஸர் வற்ற பட்டைவகைத்தைப் பெறக்கூடியதாக இருக்கவேண்டும். அதாவது அது ஒருநிலை மின்னழுத்தத்தையும் பெறவேண்டும். இது நடைமுறையில் இயலாத காரியம். ஆனால், மேலே கொடுக்கப்பட்ட சமன்பாட்டில் 10 பதங்களை எடுத்துக் கொண்டால் ஒரு நல்ல செவ்வகத்துடிப்புக் கிடைத்துவிடும். அதாவது பட்டையின் அகலம் ஒரு வினாடிக்கு 20 மெகா செற்றுகள் என்றாகும். இதுவும் இயலாத காரியம். எனவே, நடைமுறையில்

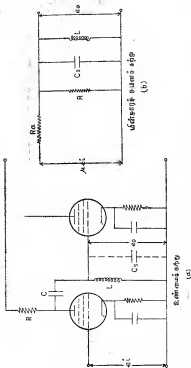
பட்டைமீன் அகலம் மூன்று அல்லது ஐந்து மெகா கற்ற கனிலிருந்து குறைந்த எக்டை 30 கற்றகனிலை கலக்கப் பட்டுள்ளன. சாதாரண ரேடியோ ஒலிபரப்பில் இத்தரப்பட்ட வகை ஒரு வினாடிக்கு 9 கிமெகா கற்றகன் என்பது நாம் அறிந்ததொன்றாகும். ஒவ்வொரு நிலையிலும் குறைந்த அளவு பெருக்கத்தைக்கொண்டே இத்தகைய பட்டைவகைதரப் பெற முடியும். எனவே, பெரும்பாலும் இரண்டு ரேடியோ அடுக்க நிலைகளும் சில சமயங்களில் ஒன்று நிலைகளாக உபயோகத்தி லுள்ளன. ஒரு வினாடிக்கு 50 மெகா கலக்கிகளாகும் மேற் பட்ட அடுக்கங்களில் மிக்ரோவரில் மிகக்குறைந்த மதிப்புள்ள அகமிக் தடைவாங்கு பெருமளவு ஏற்புநிலைப் பாதிக்கிறது. எனவே, அநேக ரேடியோ அடுக்கநிலைகள் தேவைப்படுகின்றன.

இரைக்கப்பட்ட கிரீடு இரண்டிற்குத்தரவுடைய ஒரு ரேடியோ அடுக்க மிக் கற்ற படம் 18.1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. படம் 18-யில் இருப்பது உண்மையான மிக் கற்ற. 2-யில் காட்டப் பட்டிருப்பது மிக் கார சமனச்சுற்று. மிக் கார சமனச்சுற்றில் மிக் தேக்கி (கேப்) பொதுவாக விட்டுவிடுகிறோம். அவ்வாறே கம்பீச் சூழலில் ரேடியோ அடுக்க மிக் தடைவையும் விட்டு விடுகிறோம். ஒத்ததிர்வில் (resonance) மிக் கற்றின் எதிர்ப்பு மிக் தடை  $R$  க்குச் சமமாகும். மிக் குழாயின் இரு திசை மிக் தடை (A. C. resistance)  $R$ -ஐ விட அதிகமாக இருக்கும்வகையில் இரையதலை (stage gain) கிழக்கண்ட சமன்பாட்டினால் பெறப் படுகிறது.

$$\frac{E_2}{E_1} = gm \cdot R.$$

இங்கு  $gm$  என்பது பரிமாற்றுக் கடத்துதிறன் (ஆம்பியர்/வோல்ட்)  $R$  என்பது மிக் தடை (ஒம்ம்கள்)

பட்டைவகை  $\pi = (f_2 - f_1)$ , மேற்கண்ட சுற்றில் மிக் தடைவையும் மிக் தேக்கித் திறனையும் பொறுத்திருக்கும் எனவும், பெருக்கம் (பட்டைவகைத்திறன்), மிக் தேக்கித்திறன்  $C_2$  க்கும் எதிர்த்திசைப் புள்ளி இருக்குமெனவும், மிக் குழாயின் பரிமாற்றுக்கடத்து திறனுக்கு தேர்விசைத்திறன் இருக்கும் எனவும் காண்பிக்கலாம். சாதாரண மிக் குழாய்களைக்கொண்டு அதைப் பெருக்கக்கூடிய அமைப்புடையது. எனவே, உயர் அடுக்கங்களில் அதிகப்பெருக் கக்கலைப் பெறுவதற்குத் தொலைக்காட்சிமையப்போலவே இங்கும் தொலைத் தகவலை வாய்ந்த மிக் குழாய்கள் கையாளப்படுகின்றன. சாதாரணமாக 1,000 ஒம் மிக் தடையும் (load resistance)

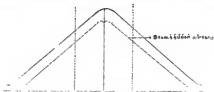


படம் 18.1  
இலக்கப்பெயர்: R, F, மின்னோட்டம்

பரிமாற்றக் கடத்துதிறன் 9 மில்லி-ஆம்பியர் / சென்டிமீட்டும் உள்ள குழாய்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. பிறகு இலாப நிலை மதிப்பு நான்கு அல்லது ஐந்து பங்கு அதிகரிக்கிறது. குறிப்பிட்ட பட்டைபகைத்ததைக் கையாளுவதற்கு இதுவே சிறந்ததாகும்.

ஒரேயோ அடுக்க நிலைக்கும் இடைநிலை அடுக்க நிலைக்கும் ஒரு துடிப்புக் கலக்கிப் பிரித்தலை (pulse separation) இணைப்பு மூலங்களில் எந்தவித மாறுதல்களும் இல்லை. அவை தொழிற்படுகின்ற குறைந்த அடுக்கங்களில்தான் சில மாறுதல்கள் உண்மையான.

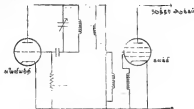
துடிப்பு ஏற்பிகளில் ஐந்து அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இடைநிலை அடுக்க நிலைகள் உபயோகத்தில் உள்ளன எனவும் ஒய்வொன்றிலும் இலாபநிலை சிறிதளவே உள்ளது எனவும் மேலே கூற்றோம். எல்லா இணைப்புகளும் ஒரே அடுக்கத்தில் இசைவுறும்படி பெருக்கிவை அமைத்தால் சுற்றிலுள்ள மொத்த வினைவு ஒய்வொரு பகுதியிலும் உள்ள வினைவுகளின் பெருக்கற் பயனாகும். நடைமுறைமையில் சுற்றுகளெல்லாம் ஒரேயளவிற்கு இசைவளிக்கப்படுவதில்லை. தனித்தனியே இசைவித்தல் (tuning) என்ற மூலம் குறிப்பிட்ட பட்டைபகைத்ததை



படம் 18.2  
பரிவு வளைகோடு

பெறுவதற்குப் பெருப்பாலும் கையாளப்படுகிறது. தொடக்கத்தில் ஒரேயளவிற்கு இசைவளிக்கப்பட்ட இரு மின்சுற்றுகள் செதுவாகச் சமஅளவில் எதிர்த்திசையில் இசைவில் மாறுதலடைந்தால், பரிவு வளைகோடு (response curve) அகன்று உச்சியில் தட்டையாக மாறுகின்றது. இந்த வேறுபாடு அதிகரிக்கும் பொழுது உச்சியின் மையம் அகிழ்ந்து வளைகோட்டில் படம் 18.2ல் காட்டியதுபோல் இரு திசில்கள் (hump) உண்டாகின்றன.

இத்தத் திசில்கள் விட்டு விட்டு வரைபடப்பட்டுள்ள கோட்டினால் காட்டப்பட்டுள்ளன. இப்படி இசைகளை எதிர்த்திசையில் மாறுபடுத்துவதால் மட்டையின் அகலம் உச்ச மதிப்பைப் ( $I_1$  க்குத்து  $I_2$ க்கு) பெறுகிறது. இந்த மூலதனக்குத் தளர்த்தல இசை வித்தம் என்று பெயர். இது இடைநிலை அடுக்கம் முழுவதும் சில சமயங்களில் ரேடியோ அடுக்க நிலைகளிலும் பயன்படுகிறது. இவ்வாறு 5 இசைவிக்கப்பட்ட சுற்றுகளைக் கொண்டு, ஏதாவது, மூன்றுவது சுற்றுகளை 9.5 மெகா கசக்கிம்/வினுடிக்கும்; இரண்டாவது, நான்காவது சுற்றுகளை 12.5 மெகா கசக்கிம்/வினுடிக்கும், ஐந்தாவது சுற்றை உண்மையான இடைநிலை அடுக்கத்திற்கு, அதாவது இங்கு 11 மெகா கசக்கிம்/வினுடிக்கும் இசைவிக்கலாம். இந்த மூலதனிக் மற்ற மூலதனிகளிடக் குறிப்பிட்ட எண்களையுடைய மின்னழுப்புகளின் பயன்படுத்தும் போது அதிகப் பெருக்கத்தைப் பெறலாம். ஏனெனில், மிக் சுற்றின் பலபகுதிகள் (அதாவது ஒவ்வொரு நிலையிலுள்ள தனித்தனிச் சுற்றுகள்) அடுக்கம் எதிர்த்திசையில் சம அளவில் சிந்து மாறுபடும்போழுது அவை ஒரே அடுக்கத்திற்கு இசை விக்கும் பொழுதெனிட நன்கு செயற்படுகின்றன.



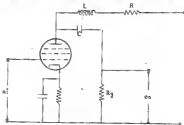
படம் 18.8.

துடிப்பு ஏற்றியின் அடுக்க மாற்றி.

ஒரு துடிப்பு ஏற்றியின் அடுக்கமாற்றி (frequency changer) ரேடியோவிலுள்ளதைப்போலவே வழக்கமான அமைப்பை உடையது. அதில் பொதுவாக ஒரு ரேடியோ அடுக்கப் பெட்டிக்கு ஒரு தனிவான் அலைவியற்றி ஆகியவை படம் 18.8-ல் காட்டியதுபோல் உள்ளன.

டபோடு கலப்பினாலும் பெரும்பாலும் உபயோகத்தில் உள்வன. இதில் டபோடு உள்வனவான கலப்பிவாகப் பயன்படுகிறது. ஏனெனில், கசகை அடுக்கத்தை டபோடு தேர்வின்வாய்க்கும் அலைவியற்றியின் வெளிப்பகுதியை டபோடின் எதிர்பின்வாய்க்கும் கொடுக்கிறோம். இங்கு இடைநிலை அடுக்கமும், இடைநிலை அடுக்கப் பட்டைகளையும் அதிகமாக இருப்பதால் பொதுவாக, மற்றச் சுற்றுகளைவிட இடைபூறுகள் இங்கு இருப்பதில்லை. செங்கு மீட்டர் ராடார்கள் ஒரு கலப்பி மின் குழாயாகப் படிக்கக் தற்பொழுது மறுபடியும் உபயோகத்திற்கு வந்துள்ளன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இவற்றில் ரேடியோ அடுக்கங்கள் மிக அதிகமாக இருப்பதால் (8000 மொகா கைக்கிகள் / விநாடி) அலைவியற்றியின் அடுக்கம் குறைந்தது 8800 மொகா கைக்கிகள் / விநாடியாவது இருத்தல்வேண்டும். அப்பொழுதுதான் கலப்பி வாகக் கட்டுப்படுத்த முடியும். மின் குழாய் அலைவியற்றி தேவை யான உள்வின் (local) அலைகளை உற்பத்தி செய்கிறது. இது கசகை அலைகளோடு வாய்க்கப்பட்டுச் சாதாரண முறையில் வெளிப் பகுதியில் பெருக்கப்படுகிறது.

பகுத்தலுக்குப் பிறகு திருத்தம்யட்பட்ட துடிப்புகள் குறைந்த அடுக்கப் பெருக்கிகளுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. இந்தப் பகுத்தல் பெரும்பாலும் டபோடு மின் குழாய்களில் நடைபெறுகின்றது.



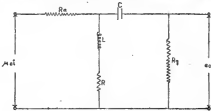
படம் 18.4 (a)

ரேடியோ அடுக்கச் சுற்று

இந்தப் பெருக்கிகளின் வெளியிடுபகுதி எதிர்பின் கதிர்க்குழாய் வாக இணைக்கப்படுகிறது. பிறகு துடிப்புகள் திரையில் ஒளிப் பொட்டாகத் தோன்றுகின்றன. எனவே, ஏற்பீரிலுள்ள வெய்

வேறு நிலைகள் தொடர்ச்சியாக வருகின்ற செய்வகத் துடிப்புகள் உருக்குவியலாகக் கையாளவேண்டும். இந்த அடுக்கங்கள் முழுவதிலும் பரிவு ஒரே தன்மைமுடையதாகவும் இருக்கவேண்டும்.

படம் 18.4 (a) க் காட்டப்பட்டுள்ள மின்திறத் துடிப்புகள் பெருக்கத்திற்குப் பொதுவாகப் பயன்படுகின்றன. இதில் ஒரு மின்தடை மின்திறமம் சுற்றுகிறது. இந்தச் சுற்றிக் இரண்டு மாதிரிச் சுற்றுப் படம் 18.4 (b) க் காட்டப்பட்டுள்ளது. நடுத்தர,



படம் 18.4 (b)

ரேடியோ அடுக்கச் சுமைச் சுற்று

குறைந்த அடுக்கங்களில்  $L$  ன் மின் திறமம் மிக மிகக் குறைவாகிறது. எனவே, மின்துறாவில் பெருக்கிக் குறைக்கக் ஒரு சாதாரண மின்தடைவினைப்பின்போது உண்மையானபடியே இருக்கும்.

மிக அதிக அடுக்கங்களில் மின்திறமத்தின் மதிப்பு அதிகமாகிறது. எனவே, பொதுவாக இரங்குகின்ற பெருக்கிக் குறைக்கக் ஒரு வினாடிக்கு 2 மெகா கைக்கிள்கள்வரை ஒரு நிலைநிலைக்கப்படுகின்றன. இதற்குமேல் இணைத்தடை (tuned) மின்தேக்கிகள் மின்திறமத்திற்கெதிராக வேலை செய்வதாகச் சுற்றிக் குறைக்கக் மாறுதலடைகின்றன. இத்தகைய சுற்றுகள், திருத்தமான முறையில் அமைக்கப்படும்பொழுது, இணைப்பு மின்திறமத்தைக் கருதாவிடிக், சுமார் 70 சதவீதம் பெருக்கத்ததைச் சீரான முறையில் கொடுக்கும். பொதுவாகப் பெருக்கிக் குறைக்கக் இருத்தாலும் அதிக வாய்மையான பெருக்கி மின்துறாவிலும் பயன்படுத்திக் பெருக்கத்தை அதிகரிக்கலாம். தடைமுறையில் ரேடியோ அடுக்கங்களையுடையவும், நடுநிலை அடுக்கங்களையுடையவும் குறிப்பிட்ட பட்டையகங்கள் காரணமாக உண்மையாகவே



செய்வக வடிவுடைய துடிப்புகள் பெருக்கியின் கிரீடல் தோன்றலு  
தரும். ஒரு வினாவுக்கு 30 கிரேஸ் கைக்கின்களினிதூத்து 2 மெகா  
கைக்கின்கள்வரை ஏற்படக்கூடிய பரிவு, ராடாரின் எல்லாவகைச்  
செயல்களுக்கும் போதுமானது.

### வினாக்கள்

1. வானவெளியில் அனுப்பப்பட்ட துடிப்புகள் எவ்வாறு  
ஏரியலில் பெறப்படுகின்றன ?
2. சிறு குழிப்பு வரைக :
  - (a) ஏரியல் உணர்வு மூட்பம்.
  - (b) இரைச்சல்.
  - (c) சிமிட்டு விளைவு.
  - (d) கைப்பீ.
  - (e) பரிவு விரிவோடு.
  - (f) ராடார் மட்டையகமை.
3. 'திரும்பப்பட்டு வரும் அலைகளை ஏரியலில் பெறுவதற்குப்  
பெரும்பாலும் கைக்கிப் பிரித்தல் மூன்றையே பயன்படு  
கிறது.' இந்தக் கைக்கிப் பிரித்தல் மூன்றையப்பற்றி  
அறிவது யாது ?
4. ஒரு ராடார் ஏற்றி ஏரியலுக்கும் ஒரு தொலைக்காட்சி  
ஏரியலுக்குமுள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகள் யாவை ?
5. இகைவிக்கப்பட்ட கிரீடு இணைப்புச் சுற்றையுடைய  
ஒரு மின் சுற்றைப் படம் வரைத்து விளக்கு.
6. துடிப்பு ஏற்றிகளில் உள்ள இடைதலை அடுக்கங்கள்  
யாவை ?
7. ஒரு துடிப்பு ஏற்றியின் அடுக்க மாற்றியை மின்சுற்று  
அமைப்பின் விளக்குக.

## 19. தூரங்களை நிர்ணயித்தல்

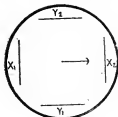
(Range Determination)

முகப்பு ஓர் அத்தியாயத்தில் ராடாரின் தத்துவங்களைப்பற்றி விவரமாகக் கூறினோம். ராடாரின் பரப்பீடுவிலிருந்து அனுப்பப்பட்ட குடிமுகங்கள் திரும்பவும் ஏற்கையை வந்தடைவதன்பொழுது அவை அனுப்பப்பட்ட நேரத்திற்கும் அவை திரும்ப வந்தடைந்த நேரத்திற்கு இடைவேளையான கால இடைவேளி. மிகச்சுத்த அளவைக் கவனவேளையில் கடந்த நூரத்தை அளப்பதற்குப் பயன்படுகின்றது என்று பார்த்தோம். இத்தக் கால இடைவேளையை அளப்பதற்குத் தகுந்த கருவி 'எதிர் மிக்கதிர்க்குழாய்' எனவும் கூறினோம்.

எதிர்மிக் கதிர்க்குழாயில் உண்டாக்கப்படுகின்ற எலெக்ட்ரான் கற்றை ஓர் ஒளித்திரையினின்று குவிக்கப்படுகின்றது. அதனால் திரையில் ஓர் ஒளிப் பொட்டு நோக்குகின்றது. இத்தப் பொட்டுத்திரையின் கவயத்தில் இருக்கும்.  $X$  நகடுகளில் ஒன்றிற்கு நேர்மிக் அழுத்தத்தைக் கொடுத்தால் இப் பொட்டு திரையில் இடவலமான நகரும்.  $Y$  நகடுகளில் ஒன்றிற்கு நேர்மிக் அழுத்தத்தைக் கொடுப்பதன்மூலம் இத்தப் பொட்டின் மேலும் கீழுமாக நகர்த்தலாம். தொடக்கத்தில் எந்தத் நகடுகளுக்கும் மிக் அழுத்தம் இல்லை எனக் கொள்வோம். இப்பொழுது  $X_1$  நகட்டிற்கு நேர்மிக் அழுத்தத்தைக் கொடுத்தால் பொட்டு வலமடிகுமாக நகரும்.

இத்த நேர்மிக் அழுத்தத்தை ஒரே சீராக அதிகரித்தால் பொட்டு நகரும் நூறும் அதிகரித்துக்கொண்ட செல்லும். இவ்வாறு ஒளிப் பொட்டு திரையின் வலக் கோடியை அடைவதன்மூலம்  $X_1$  நகட்டின் நேர்மிக் அழுத்தத்தை அதிகரித்துக்கொண்டே செல்ல வலக் கோடியை அடைந்தவுடன் மிக் அழுத்தத்தைத் திடீரென்று நிறுத்தினிட்டால் ஒளிப்பொட்டு நகர் பழைய இடத்திற்குத் திரும்பி வந்துவிடும்.  $X_1$  நகட்டிற்கு மீண்டும் நேர்மிக் அழுத்தத்தைக் கொடுப்பதன்மூலம் பொட்டின் மூலப்போல் நகர் செல்வதாம். எந்த ஒரு கணத்திலும் ஒளிப்பொட்டு திரையின் கவயத்திலிருந்து

செய்துள்ள தூக்கம்  $X_1$  தகட்டிற்கு அந்த நேரத்தில் கொடுக்கப் பட்டுள்ள நேரவின் அழுத்தத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.  $X_1$  தகட்டிற்குக் கொடுக்கப்படும் மிக அழுத்தம்  $P_{TAC}$  அதிகரிக்கப்படுவதால் அதன்மீத்பு நேரத்தைக் குறிக்கும்.



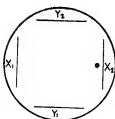
படம் 19.1

ஒளிப்பொட்டு வலப்புறமாக நகர்தல்

உதாரணமாக  $X_1$  தகட்டின் மிக அழுத்தம் கழிப்பீடுத்து படிப்படியாக அதிகரித்து உச்சமதிப்பை 8.10 மைக்ரோ வினாடி களில் அடைவதாகக் கொள்வோம். திரைவின் விட்டம் 8 அங்குலம் எனக்கொள்வோம். எனவே, ஆரம் ஒன்று அங்குல மானும். ஆகையால், ஒளிப்பொட்டு திரைவின் மையத்தில் இருந்து வலக்கோடிக்குப் போக 8 அங்குலம் நகரவேண்டும். இதனை 8.10 மைக்ரோ வினாடிகளில் செய்கின்றது. எனவே, பொட்டு 8 அங்குலம் நகர்த்தால், நேரம் 8.10 மைக்ரோ வினாடிகள். இவ்வாறு நேரத்தை நாம் கண்டுவிடலாம். 8.10 மைக்ரோ வினாடிகள் என்பது டானவெனியில் 1000 செலுத்தைக் குறிக்கும் என்று முன்பு உறுப்பிட்டது. எனவே, ஒளிப்பொட்டு நகரும் தூரத்திலிருந்து விமானத்தில் தூரத்தை நேரடியாக அறிந்து கொள்ளமுடியும். படங்கள் 19.2, 19.3 ஆகியவற்றில் ஒளிப்பொட்டு திரைவின் வலக் கோடியில் இருப்பதையும் திரைவின் மையத்திற்குத் திரும்பி வருவதையும் சித்தரிக்கப்பட்டுள்ளது.

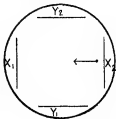
மேலே சொல்லப்பட்ட எடுத்துக்காட்டில் திரைவின் விட்டம் 8 அங்குலம் இருந்தாலும், அதில் பாதியளவே பயன்படுத்துகின்றோம். ஏனெனில், ஒளிப்பொட்டு திரைவின் மையத்திலிருந்து புறப்படுகின்றது. இதற்குப் பதிலாக ஒளிப்பொட்டினால் நகர

யின் இடக் கோடியிலிருந்து புறப்படும்படி செய்தால் 0.10 அமீட்டோ வினாடிகளில் அது 0 அங்குல தூரத்தைக் கடக்கும். அப்பொழுது நேரத்தை இன்னும் துல்லியமாக அளக்கலாம். இதற்காக  $X_1$  தகட்டிற்கு ஒரு நேர்மின் அழுத்தத்தைக் கொடுக்க வேண்டும். அப்பொழுது ஒளிப்பொட்டு திரையின் இடக்கோடியில் இருக்கும்.  $X_1$  ன் மின் அழுத்தத்தை இந்த மதிப்பிலேயே நிலையாக வைத்துவிட்டு  $X_2$  ன் மின் அழுத்தத்தைச் சீராக அதிகரித்து ஒளிப்பொட்டைத் திரையின் இடக்கோடியிலிருந்து வலக்கோடிக்கு நகர்த்தலாம். ஒளிப்பொட்டு திரையின் இடக்



படம் 18.2

ஒளிப்பொட்டு வலக்கோடியை  
அடைதல்



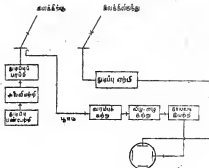
படம் 18.3

ஒளிப்பொட்டு வலக்  
கோடியிலிருந்து திரும்புதல்

கோடியிலிருந்து வலக் கோடிக்கு நகர்வதும் மீண்டும் இடக் கோடிக்குப் பதத்து வரவதும், மிகத் துரிதமாக நடைபெறுவதாக, திரையில் ஒளிப்பொட்டு பொட்டாகத் தெரியாமல் ஒரு நேர்க்கோடாகத் தெரிகின்றது. இந்த நேர்க்கோட்டைக் கொண்டு தூரத்தை அளப்பதற்கு நாம் எதிரின் கதிர்க்குழாயில் உச்ச மதினெரு ஜோடித் தகடுகளைப் பயன்படுத்துகின்றோம்.

ராடாசிக் ரேடியோ அலைகள் உண்டுபண்ணப்படுகின்றன. ராடாசிக் பரப்பி, ஏற்பி ஆகியவற்றின் அமைப்பு, படம் 18.4 க் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இது ஓர் எளிதான அமைப்பாகும். ராடாசிக் தத்துவங்களை விளக்குவதற்கு இந்த அமைப்பே போதுமானது. பரப்பியிலிருந்து அனுப்பப்படும் குறுகிய செவ்வக வடிவ ரேடியோ அடுக்கத் துடிப்புகளின் நேரம் ஒன்று அல்லது இரண்டு அமீட்டோ

வினாடி கனாரும். இத்தத் துடிப்புடன் ஒரு மில்லி வினாடி- ஒய்வு ரோ இடைவெளியில் அனுப்பப்படுகின்றன.



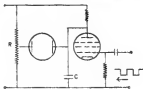
படம் 19.4  
ரேடியோ தொகுப்புப் படம்

துடிப்புடன் பரப்பியைவிட்டு நீக்கி 0.1 மைக்ரோ வினாடி களில் 1000 கெஜ தூரத்தைக் கடக்கின்றன. ஒவ்வொரு துடிப்புப் பரப்பியைவிட்டு நீங்குகின்ற அநே ரோத்தில் ஒரு சிறிய எடுப்பிச் (pick-up) கற்ற அநேமாதியிவான ஆனால், மிகக்குறுகிய துடிப்பை ஏற்பிச் கற்றவனுக்கு அனுப்புகின்றது. இத்தகைய இணைப்புப் பொருத்தத் துடிப்புடன் (synchronizing) காலவடி இயத்தியை இயக்குகின்றன.

பரப்பியைவிட்டு வெளிப்பெறுகின்ற துடிப்பு வான வெளியை நோக்கிச் செல்லுகின்றது. இதைப்பற்றிப் பிறகு பார்ப்போம். இதைச் சேர்த்த ஒத்ததிர்வுத் துடிப்பு கம்பியின்வழியே சென்று திருத்தி -வரம்பிச்சுற்றை (rectifier-limiter - circuit) அடைகின்றது. இத்தச் சுற்றிலிருந்து ஒரே திசையில் எதிர் நோத் துடிப்பாக இது வெளிப்பெறுகின்றது. பிறகு ஒரு மின் எழு - விழுச்சுற்றை (flip-flop - circuit) அடைகின்றது. இங்கு ஒரு துவக்கிச் சுற்றின் மூலமாக இதை நேரம் விரிவாக்கப்படுகின்றது. ஏனெனில் இத்தத் துடிப்பைப் பயன்படுத்திக் காலவடி மின் இரக்கிக் குழாயைத்

துண்டித்து  $X_1$  தகட்டிற்குக் கொடுக்கும் மின் அழுத்தத்தை நீக்கவேண்டும். இந்த ஒத்ததிர்வுத் துடிப்புகளின் (இலத்திரீயு ழூட்டுத் துடிப்புகள் என்றும் பெயர் உண்டு) நேரம் அதிகரிக்கப் படுவது வான வெளியில் நாம் அளக்கவேண்டிய தூரத்தைப் பொறுத்துள்ளது. காட்டாக ஒப்பது கைம் தூரத்தை அளக்க வேண்டும் என்று கொள்வோம். ஒரு துடிப்பு இந்த 80 கைம் தூரம் சென்று வர அதாவது மொத்தமாக 80 கைமைக் கடிகார நேரத் தாமத 822 கைம்ரோ வினாடிகளாகும். எனவே, இந்த நேரத்திற்குக் காலவடி சொல்படவேண்டும். மின் எழு - விழுச்சுற்றிக் பகுதியை, துடிப்புநேரம் 1 ஆகவது 2 கைம்ரோ வினாடிகள் விருத்து 822 கைம்ரோ வினாடிகளுக்கு அதிகரிக்கும்படி அமைப் பது ஒரு கடினமான காரியமன்று.

நீண்ட எதிர்க்குறித் துடிப்பு இப்பொழுது காலவடி மின் விதக்கச் சுற்றிற்குக் கொடுக்கப்படுகின்றது. இதனுடைய அமைப்பு படம் 16.5-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

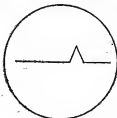


படம் 16.5

எதிர்க்குறித் துடிப்பு மின்விதக்கச் சுற்றும்

இந்தச் சுற்று சாதாரணமாக ஒரு கடத்திச் சுற்றாகும். துவக்கித் துடிப்பு இல்லாதபோது மின்துழாய் மின்சாரத்தைக் கடத்துகின்றது. அப்பொழுது மின்தேக்கி C மின்விதக்கமடைந்து ஒளிப்பொட்டு திரையின் இடக் கோடியில் இருக்கின்றது. இப் பொழுது துழாய் எதிர்க்குறித் துடிப்பாக துண்டிக்கப்பட்டு மின் தேக்கி C மின்தொட்டம் பெறுகின்றது. இதனால் மின்துழாயின் நேர் மின்வாயும்  $X_1$  தகட்டும் நேர் மின்தொட்டத்தைப் பெறு கின்றன. எனவே, ஒளிப்பொட்டு திரையின் வலப்புறம் நகரு கின்றது. ழூட்டுத்துடிப்பின் இறுதியில் மின்துழாய் திடீரெனக் கடத்த ஆரம்பித்து மின்தேக்கி C கை மின்விதக்கம் சென்று ஒளிப் பொட்டைத் திரையின் இடப்புறம் நகர்த்துகின்றது.

இப்பொழுது 19-4 ஐ மீண்டும் கவனிப்போம். மேலே கூறப்பட்டவை ராடர் ஏற்பாடுகள் நிகழும்போழுது பரப்பில் இருந்து வெளிப்பெறிய துடிப்பு இலக்கை (marker) அடைந்து எதிரொலிக்கப்பட்டு ஏற்பாட்டின் ஏரிவலை அடைகின்றது. இங்கு அது ரேடியோ அடுக்க இடைநிலை அடுக்கச் சுற்றுகளுக்குக் கொடுக்கப்பட்டுப் பின்பு பகுக்கப்பட்டுப் பெருக்கப்படுகின்றது. இறுதியாக அவை நேர்க்குறித்துடிப்புக்காக மாற்றப்பட்டு எதிர் பின்வந்திருப்பதில் Y தகடுகளுக்குக் கொடுக்கப்படுகின்றது.



படம் 19.6  
ஒளி திரையில் கொக்கி

இதனால் திரையில் ஒளிப்பொட்டு மெக்டோக்கி தகடும். ஆனால், இந்தத் துடிப்பு மிகமிகச் சிதிது தோன்றும். இரும்புதாள் மெக்டோக்கி தகைத்த பொட்டு மீண்டும் பழைய உயரத்திற்கே வந்து வரப்பெற மாந் தகடும். இதனால், ஒரே கோடாகத் தெரியும் ஒளிப்பொட்டின் பாகையில் ஒரு கொக்கி உண்டானதுபோல் தெரியும்.

எனவே, அலைத் துடிப்பு புறப்பட்டு இலக்கை அடைந்து திரைப் பரப்பில் தோன்றாது ஒளிப்பொட்டு இடக் கோடியில் இருந்து கொக்கி உண்டான தூரத்தை அடைவதற்காகும் தோற் றிக்குச் சமமாகும். ஆகவே, கொக்கி உண்டான இடத்தின் தூரத்திற்குத் துடிக்கின் தூரத்தைக் கணக்கிட்டுவிடலாம். உதாரணமாகப் பழைய எடுத்துக்காட்டை எடுத்துக்கொண்டால் திரையின் விட்டம் 6 அங்குலம். X, தகட்டின் மீன் அழுத்தம் 610 மைக்ரோ வினாடிகளில் உச்ச மதிப்பை அடைகின்றது எனக் கொள்வோம். 6 அங்குல தூரம் 610 மைக்ரோ வினாடிகளைக் குறிக்கும். இப்பொழுது கொக்கி 8 அங்குல தூரத்தில் உண்

டாஸ்க் நேரம் 805 மைக்ரோ வினாடிகள். அதாவது இலக்கித் தூரம்  $\frac{1000 \times 805}{8 \cdot 1} = 90,000$  செலுக்கினாலும்.

ரஹ் தொடர்ந்து இயங்கிக்கொண்டிருக்கும் பொழுது டிரபி துடிப்புக்களை அனுப்பிக்கொண்டே இருக்கின்றது. காலவடித் திர டிரபுவதையும் ஒவ்வொரு துடிப்பின்மேலும் கடத்து செல்லு கின்றது. எனவே, ஒளித்திரை படம் 19.7 க் காட்டியபடி தோற்றமளிக்கின்றது.



படம் 19.7  
ஒளித்திரையின் தோற்றம்

இதற்குக் காரணம் அருகில் உள்ள யரங்களும் கட்டடங்களும் துடிப்புக்களை எதிரொளிப்பதேயாகும். மேலும் ஏற்பீயின் இரைச்சல் (reverber noise) ஒளித்திரையில் ஒரு புல்வெளியைப்போல் தோற்ற மளிக்கின்றது. உண்மையான இலக்குகளும் அவற்றின் தூரங் களும் காலவடிவில் இங்கு மங்குமாகத் தோற்றமளிக்கின்றன ரஹ்நிலிருந்து அவற்றின் தூரம் மாறுபொழுது ஒளிப் பெட்ட கின் இருப்பிடமும் மாறுகின்றது.

தூரங்களை எவ்வளவு அளப்பது என்பது மேலே கூறப்பட்டது. துடிப்புக்களை அனுப்புவதற்கென்று ஒர் ஏரியலும் அவை இலக்கு களின்மீது பட்டுத் திரும்பி வரும்போது அவற்றை ஏற்பதற் கென்று ஒர் ஏரியலும் ஆக இரு ஏரியல்கள் தேவை எனக் கண்டோம். உண்மையில் ஒர் ஏரியல்தான் இவ் விரு செயல் களுக்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இந்த ஒரே ஏரியல் டிரபும் ஏரியலாகவும் (transmitting aerial), ஏற்கும் ஏரியலாகவும் (re-



vling aerial) மாரி மாரித் தொழிற்படுகின்றது. இது பரப்பிபுடனும் ஏற்பிபுடனும் அலைவழிப்படுத்திகள் வாயிலாக இணைக்கப்படவேண்டும்.

ராடாரில் T.R. சுவிட்ச் (switch) எனப்படும் பரப்பி ஏற்பி சுவிட்ச் ஒன்று வெகுலாகப் பயன்படுகின்றது. ரேடியோத் துடிப்புகள் பரப்பியிலிருந்து வரும்பொழுது அவை ஏற்கிக்குச் செல்லாமல் இது ஏற்பி ஏரியல் இணைப்பைத் துண்டித்து விடும். அதாவது ரேடியோத் துடிப்புகள் பரப்பியிலிருந்து ஏரியல் வழியாக வெளியே அனுப்பப்படும்பொழுது ஏற்பி செயலற்று இருக்கும். ரேடியோத் துடிப்புகளை அனுப்பிய உடனே பரப்பி - ஏரியல் இணைப்புத் துண்டிக்கப்பட்டு ஏற்பி ஏரியல் இணைப்பு ஏற்படும். இது ஒரு குறிப்பிட்ட நேரம் நீடிக்கும். பிறகு ஏற்பி - ஏரியல் இணைப்புத் துண்டிக்கப்பட்டு பரப்பி - ஏரியல் இணைக்கப்படும். இதனால் அலைத்துடிப்புகள் வெளியேறும். இத் திறத்தினைத் தொடர்ந்து செயல்படுகின்றது.

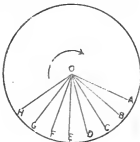
வானவெளியில் பரப்பப்படும் ரேடியோத் துடிப்புகள் நெடுத் தூரம் செல்வதாலும் அவற்றின் ஒரு பகுதியே இலக்குகளாகத் திருப்பப்படுவதாலும் திரும்பி வரும் அலைத்துடிப்புகள் மிக்க வலு விழந்து காணப்படும். எனவே, இவை பெருக்கப்படவேண்டும். இதற்குக் கைக்கிப் பிரிக்கும் (superheterodyne) வகையைச் சார்ந்த ஏற்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதைப்பற்றி 'மிலாக முன்னமேயே கூறப்பட்டுள்ளது.

இவை ரேடியோத் துடிப்புகளை ஏற்று, இனங்கண்டு, பகுத்து, பெருக்கி, எதிர்மின் சுதிர்க்குழாயில் Y தகடுகளுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. இவை Y தகட்டில் ஒரு மின் அழுத்தத்தை உண்டாக்கி, ஒரு கொக்கியைத் தோற்றுவிக்கின்றன எனப் பார்த்தோம். மேலே விவரித்ததுபோலக் கொக்கியின் தூரத்திலிருந்து இலக்கின் தூரத்தைக் கணக்கிடலாம்.

இதுவாலும் கூறப்பட்டதிலிருந்து, ராடாரை ஒரு விமான நிலையத்தில் இறங்குவதற்கு வரும் விமானங்களைக் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படுத்துவதாகக் கொள்வோம். இது செய்வனே தடைபெற ராடார் ஏரியல் விமானம் உள்ள திசையிலேயே இருக்கவேண்டும். மற்றத் திசைகளில் உள்ள விமானங்களையும் காண, ஏரியலித் தொடர்ந்து திரும்பிக்கொண்டே இருக்கவேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் எதிர்மின் சுதிர்க்குழாயின் திசையில் ஒரு விமானம் வருவது தென்பட்டால் அந்த நேரத்தில் ஏரியலின் திசையைப் பார்த்துத்தான் விமானம் வரும் திசையை அறிந்து

கொள்ள முடியும். இதிலிருந்து ஒளிதிசையையும் பார்த்து விமானத்தின் திசையை அறிய முடியாது என்பதும் எல்லாத் திசைகளிலும் உள்ள விமானங்களின் ஒரே நேரத்தில் காண இயலாது என்பதும் புலனாகின்றன. இந்த மூன்றில் ராடாரில் ஒழிநிலையை மூலவதுமாக உடனுக்குடன் அறியதென்பது இயலாத காரியம். இதற்கெனக் கற்றியுள்ள பொருள்களைப் படம் 19-8-ஆல் காட்டுவதுபோல ஒரு புதிய அமைப்பினைத் தயார் ராடாரில் பயன்படுத்துகின்றனர். இது P. P. I. அல்லது நிலப் படத்தில் இடங்காட்டி (plan position indicator) என அழைக்கப்படுகின்றது. இதன் கருக்கமாக பி. பி. ஐ. என்றே அழைக்கலாம்.

இந்த மூன்றில் ஒளிப்பொட்டு, திரையின் இடக் கோடியிலிருந்து புறப்படாமல் திரையின் கமையத்திலிருந்து புறப்படுகின்றது. எனவே, இதைக்கொண்டு அளக்கக்கூடிய பெரும் தூரம் (maximum



படம் 19-8

நிலப்படத்தில் இடங்காட்டி.

distance) திரையின் ஆரத்திற்கு நேரிலிகைத்தல் இருக்கும். பொட்டு செல்லும் பாதை, ஒரு நேர்க்கோடாகத்தோன்றும். இது படம் 19-8-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

மேலும் ஏசியல் ஒரு திசையை நோக்கி நிலையாக இல்லாமல் பல திசைகளிலும் சுழன்று கொண்டிருக்கும். இதனைப்பொட்டி அதே லிகைத்தல் காவைக் கற்றும் திரையிலேயே சுழன்று

மாறு செய்யப்பட்டிருக்கும். எனவே, ஏரியல் ஒரு குதிரைப் பட்டினத்தை நோக்கி உள்வெளியாக ஒளி திரையில் காணப்பட வேண்டுமாயானால் ஏரியல் 5 டிகிரி திரும்பும்போது 0.4 என்ற கோடு 5 டிகிரி திரும்பி 0.8 ஐ அடைவது. இதனால் பொருள் களின் திசையை ஒளி திரையிலேயே காணலாம். ஏரியல் ஒரு குழிச்சுற்று சுற்றினால் வானம் மூலமுதலையும் துருவிப் பார்த்து விடலாம். இது எப்படி என்பதைக் கீழே பார்ப்போம்.

இத்தகைய அமைப்பில் திரையில் பூசப்பட்டிருக்கும் ஒளியும் பொருள் ஒரு தனி வகையானது. பொட்டு திரையின்மீது நகரும் பொருள்தான் இதில் ஒளி ஏற்படாத வண்ணம் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். நாடாக்கி ஏரியலிலிருந்து சென்று இலக்குகளின்மீது பட்டு எதிரொளித்துவரும் துடிப்புகள் எதிர் மீன் கதிர்க்குழாயின் எதிர் மீன்வாசலால் சென்று அடைபடியும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இதனால் பொட்டின் உண்டாகும் எலெக்ட்ரான் கற்றையின் செறிவு அதிகரிப்பதால் திரையின் பொட்டு ஒளியும், துடிப்பு எதிரொளித்து வந்தால் தான் அவற்றுக்கேற்பத் திரையில் ஒளிப் பொட்டு தோன்றும். இம் முறையில் ஒவ்வொரு திரையிலும் ஏரியல் உள்வெளியாக அந்த திரையில் உள்ள பொருள்களைக் குதிரை மீட்டும் ஒளிப்பொருள்கள் திரையில் தோன்றும். ஏரியல் ஒருமுறை சுழலும்போது வானம் மூலமுதலையும் துருவி விடுவதால் எல்லாத் திரைகளிலும் உள்ள பொருள்களும் திரையில் காணப்படும். ஏரியல் ஏறத்தாழ ஒரு நிமிடத்திற்கு 5 சுழற்சிகள் என்னும் வீதித்தகில் சுழல்வதாலும் எலெக்ட்ரான் கற்றை திரையின் கமையத்திலிருந்து விளம்புக்குச் செல்லச் சில கமக்குரோ விநாடிகளே ஆவதாலும், ஒவ்வொரு திரையும் பலமுறை மிகத் துல்லியமாகத் துருவப்படுகின்றது. மேலும், திரையின் பூசப்பட்டிருக்க ஒளியும் பொருளின் தனித் தன்மையினால் பொட்டு உடனே மறைந்துவிடாமல் சிந்து தோல் நீடிக்கின்றது. எனவே, 0.4 என்ற திரையில் எலெக்ட்ரான் கற்றை செல்லும்போது, ஒர் எதிரொளித் துடிப்பால், ஒர் ஒளிப்பொட்டு தோன்றுவதால் அது வான் கம்பி ஒரு குழி சுழற்சி செய்யும்வரை நீடிக்கும். மீண்டும் அதே பொருளால் தோன்றும் எதிரொளித் துடிப்பால் பொட்டின் வானிலு குதிரையாதிருக்கும். எனவே, எல்லா தோல் களிலும் எல்லாத் திரைகளிலுமுள்ள பொருள்களையும் திரையின் மீது காணலாம்.

இந்த வி. பி. ஐ. முறையை விவானத்தில் இருந்து நிலத் துறத் துருவிப் பார்த்தாலும் பயன்படுத்தலாம். அப்போது நீர் பாய்வுவது ரேடியோ அலைகளை அளவ வரும் திரைக்குவெறு பட்ட திரைகளில் திரும்பவருவதால் செய்யும். அதனால் நீர்

பரப்பில் படும் அலைகள் ரடரக்குத் திரும்பி வருவதால், ஆகவே, நீர்ப்பரப்பின் ரடர திரையில் அனுபவத் தோற்ற



படம் 10.9 (a)  
உண்மைத் தோற்றம்



படம் 10.9 (b)  
ரடரத் தோற்றம்

மலிக்கும், அது ஓரடான நீர்ப்பரப்பின் ரடரில் ஒளிப்  
பொட்டைத் தோற்றமிகின்றன. ரடரத் திரையில் நீடு

## தூரங்களை நிர்ணயித்தல்

பரப்பும் நிலப்பரப்பும் மிகத் தெளிவாகத் தெரியும். மேலும் சில அமைப்புகளை மாறுபடுத்தி நிலப்பரப்பில் உள்ள பெரும் கட்டிடங்கள், பூங்காக்கள், வீதிகள் ஆகியவற்றைத் தனித்தனியாகத் திரைகளில் காட்டுகொள்ளலாம். அதாவது ராடாரின் (a), (b) ஐத் திரைகளில் நிலத்தின் பொதுவான படம் தெரியும். இதை ராடார் படம் என்கின்றோம். படம் 10.8 (a), (b) களில் ஒரு நிலப்பரப்பின் படமும் அதனுடைய ராடார் படமும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

சிறிய பழக்கத்தில் காரணமாக ராடார் திரையில் காணப்படுகின்ற ஒவ்வொன்றும் குறிக்கின்ற பொருள்களைத் தெளிவாக உணர்த்து கொள்ளலாம். மிகக்குறுகிய அலைநீளங்களை உடையவைகரோ அலைநீளப் பயன்படுத்தினாலும் படங்கள் மேலும் தெளிவாகத் தெரியும்.

## வினாக்கள்

1. எதிர்மின் கதிர்க்குழாயில் ஒளிப்போட்டு திரையின் குறுக்கே எவ்வாறு தகர்த்தப்படுகிறது?
2. மின்காத்த அலைகள் ஒரு வினாடியில் 1,86,800 மைல்கள் செல்லுகின்றன. அவை (a) ஒரு மைக்ரோ வினாடியில், (b) ஒரு மில்லி வினாடியில் செல்லும் தூரங்களைக் கணக்கிடு.
3. மின்காத்த அலைகள் (a) 1000 செஜங்கள் (b), 10,000 செஜங்கள், (c) 50,000 செஜங்கள் செல்வதற்குமே தேரங்களைக் கணக்கிடு.
4. ஒரு ராடாரின் முழு அமைப்பையும் ஒரு திட்டப்படத் துடன் விளக்கு.
5. நீண்ட எதிர் கைகைத் துடிப்புகளை உண்டாக்குவதற்குரிய மின்காத்தைப் படம் வரைத்து விளக்குக.
6. ராடாரில் T. R. கனீட்ச ஒரு விபத்தகு அமைப்பாளரும், ஏன்?
7. T. R. கனீட்ச தொழிற்படும் விதத்தைச் சுருக்கி வரைக.
8. P. P. I. — இதைச் சுருக்கமாய் விளக்குக.

9. படத்தில் உள்ள காட்டி வகைகளைப் (display) பற்றிச் சொக்கி வரைக.

10. சிறு குதிரை வரைக :

(a) எதிரின் கதிக் குழாயின் ஒளித்திரை.

(b) திருத்தி வரப்பட்ட சுற்று.

(c) T. R. சுவிட்ச்.

(d) ஏதிரின் இரைச்சல்.

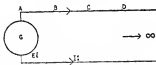
## 20. ஒத்திசைவுக் கம்பிகள்

(Resonant lines)

ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகள் (transmission lines) அல்லது கட்டுக் கம்பிகள் (feeder lines) என்பவை இணையான கம்பிகளாலோ, ஒரு மைய (concentric) உருவிகளாலோ ஆனவை. இவை பரப்பிலின் வெளிவரு பகுதியை ஏரிலுடனும் ஏரிலில் ஏற்பிச்சுற்றடனும் இணைப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன. மேலும், அவற்றை இணைக்கப்பட்ட சுற்றுகளைத் தூண்டுவதற்கும் மின்மாற்றிகளில் மின் எதிர்ப்பைச் சீரமைப்பதற்கும் பயன்படுத்தலாம். இத்தப் பகுதியில் குறிப்பாக நாம் நீண்ட ஒத்ததிர்வுக் கம்பிகளைப்பற்றிப்போக வேண்டியது. நீண்ட கம்பிகள் என்று கூறும்பொழுது அவற்றின் நீளங்கள் அவற்றின் வழியே செல்லுகின்ற அலைகளின் நீளங்களுடன் ஒப்பிடக் கூடியளவாக இருக்கும். இத்தகைய நீண்டகம்பிகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையான கம்பிகளாக ஆக்கப்பட்டிருக்கும். 50 மைக் நீளமுள்ள ஒரு கம்பி, ஒரு வினாடிக்கு 100 சுற்றுகளை எடுத்துச் செல்லும்பொழுது சிறியதாகக் கருதப்படும். ஏனெனில் இப்பொழுது அலை நீளம் ஏறக்குறைய 1800 மைக்களாகும். ஆனால், இரண்டு அங்குலம் நீளமுள்ள ஒரு கம்பி ஒரு வினாடிக்கு 8000 மைக் சுற்றுகளை எடுத்துச் செல்லும்பொழுது மிக நீண்டதாகக் கருதப்படும். ஏனெனில், இத்த 8 அங்குலம் அலைநீளத்தில் ஏறக்குறையப் பாதியாகும். மிக அதிக அடுக்கங்களில் (ultra - high - frequencies) மேலே சொல்லப்பட்டவை மூற்றிலும் உண்மையாகும்.

வினாடிக்கு 85 மைக் சுற்றுகள் அல்லது அதற்குக் குறைந்த அடுக்கங்களில் மின்நிலையங்களையும், மின்தேக்கு திறனையும் தடுத்த மூலையில் மின் சுற்றுகளில் குறிப்பிட்ட இடங்களிலேயே செயற்படும்படி அமைக்கலாம். அப்பொழுது மின்நிலையம் கம்பிச் சுருள்களிலும், மின்தேக்குத்தன், மின்தேக்கங்களிலும் செறித்திருப்பதாகக் கருதலாம். வினாடிக்கு 85 மைக் சுற்றுகளுக்கும்

அதிசமான அடுக்கங்களில் இத்தத் தற்கோள் (resonance) பொருத்தாது. இணைப்புக்கள்களில் பரவலாகச் செயற்படும் மின் நிலைமங்களையும் மின்தேக்கு திறன்களையும் இப்பொழுது கருத்தில் எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். வினாடிக்கு 1000 மொசு சுற்றுகளுக்கும் அதிகமான அடுக்கங்களில் மின் சுற்றுக் கம்பிகளை ஒத்ததிர்வுக் கம்பிகளாகச் செயற்படுகின்றன. கம்பிகளின் முழு நீளத்திலும் மின்திலைமங்களும் மின்தேக்குதிறனும் அமைந்துள்ளன. இத்தகைய கம்பிகளில் மிக முக்கியமானவை மின் நிலைமம்  $L$ , ஒரு சென்டிமீட்டர் நீளத்திற்கு மின் தேக்குதிறன்  $C$  ஆகும்.



படம் 20.1

முடிவற்ற ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பி

படம் 20.1-ல் காட்டப்பட்ட எக்ஸ்சைற்ற நீளமுடைய ஒரு கம்பியைக் கவனிப்போம்.

கம்பியுடன்  $G$  என்ற இடத்தில் ஒரு மாறுதிறை மின்குழுட்ட இயந்திர (alternating current generator), உதாரணமாக ஒரு மின் குழாய் அலைவியந்திர இணைக்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். அப்பொழுது ஒரு மின்குழுட்டம் ஏற்பட்டு அலைவியந்திரத்தில் ஒரு தடை இயக்க ஆரம்பிக்கும். இத்தத் தடையை  $ZK$  என்று அழைப்போம். இதற்கு

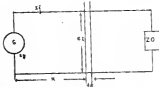
$$ZK = EI / R$$

இவ்வாறு அத்தக் கம்பி நாம் எதிர்பார்த்தபடி திறத்த சுற்றுக் (open-circuit) செயற்படுவதில்லை. கம்பியின் ஒவ்வொரு பகுதியும் மின்தடை, மின்தேக்குதிறன், மின் நிலைமம், கசிவு ஆகியவற்றைப் பெற்றுள்ளன. இவை கம்பி முழுவதும் பரவலாக அமைந்துள்ளன.

இப்பொழுது அத்த மாறுதிறை மின்குழுட்ட இயந்திர, குறிப்பிட்ட நீளமுடைய கம்பியுடன் இணைக்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். கம்பி மறுமுனையில்  $ZO$  என்ற தடைபுடன் இறுப்பதாகக்



கொள்வோம். கம்பியின் நீளம் பல அலைநீளங்களுக்குச் சமம் என்கிறும் கொள்வோம். இந்த அமைப்பு படம் 20.2 க் காட்டப் பட்டுள்ளது.



படம் 20.2

வாய்ப்புக்குட்பட்ட ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பி

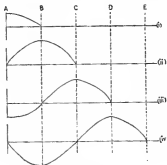
இயந்திர வேலை செய்வும்பொழுது ஆற்றல் கம்பி வழியே சென்று  $Z_0$  என்ற தடைக்குக் கொடுக்கப்படுகின்றது. எக்ஸ் வற்ற நீளமுள்ள கம்பியில் உள்னதைவிட இங்கு மின்னோட்டத்தைச் சமையாக ஆறியலாம். இரண்டு முறைகளிலும் கம்பிகள் காற்றினால் பிரிக்கப்படும் மிகக் குறைந்த மின்தடையை உடை யனவாகவும் இருத்தாக. அவற்றின் வழியே செல்லுகின்ற அலை களின் திசைவேகம் வானவெளியில் செல்லுகின்ற மின்காத்த அலைகளின் திசைவேகத்திற்கு ஏறக்குறைய ஒப்பானதாக இருக்கும். எனவே, கம்பிகளில் அலைநீளம் வானவெளியில் அலை நீளத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். ஆனால், கம்பிகள் ஒரு மின் கடத்தாப் பொருளில் (dielectric) பாதிக்கப்பட்டிருத்தாக, கம்பியில் அலைநீளம்  $\lambda K$  வானவெளியில் அலைநீளம்  $\lambda$  உட்கு கிழக் கண்ட சமன்பாட்டினால் இணைக்கப்படுகிறது.

$$\lambda K = \sqrt{\frac{\lambda}{K}}$$

இங்கு  $K$  என்பது ஒரு மின் கடத்தாப்பொருள் ஸ்திரீயாலும், எனவே, ஒரு மின்கடத்தாப் பொருளில் பதிக்கப்பட்டுள்ள கம்பியில் திசைவேகம் வானவெளியில் திசைவேகத்தைப்போல்  $1/\sqrt{K}$  ஆகும்.

படம் 20.1 க் காட்டப்பட்டுள்ள இயந்திர எக்ஸ்வற்ற நீள முள்ள கம்பியுடன்  $f = c$  என்ற கணத்தில் இணைக்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். பிறகு இயந்திரின் அலைகளின் அலை

தோத்தில் தாக்கின் ஒரு பகுதியில்  $A$  என்ற புள்ளியில் மிக அழுத்த வேகம் உச்ச கட்டத்தை அடைவது [மூலம் 20.8 இல் காண்க]



மூலம் 20.8  
ஒருவற்ற கம்பியில் அலைவுகள்

$A$  என்ற புள்ளியில் முன்பு இருந்த நிலைமை  $B$  வை அடைகின்றது. எனவே, கம்பியில் மிக அழுத்தப்பேதம் மூலம் 20-8 (i)-ல் காட்டப் பட்டுள்ளதுபோல் இருக்கும். கால் அலைவு தோத்திற்குப் பிறகு  $B$ -ல் இருந்த நிலைமை  $C$  க்குச் சென்றுவிடும்.  $A$  யில் இருந்த நிலைமை  $B$  வை அடைவது,  $A$  யில் மிக அழுத்தப்பேதம் கழிவாகி விடும். இப்போது ஏதாவது ஒரு புள்ளி, காட்டாக  $B$  வை எடுத்துக் கொண்டால் அதில் மிக அழுத்தப்பேதம் கசை வரிசைகாட்டுப்படி மாறப்படும். வேறு எத்தப் புள்ளியிலும் இதே நிலைமைதான் உண்டாகும். ஆனால், கட்டப்பேத மாறுபாடுகள் இருக்கும். எனவே, இத்தகைய நிலைமையில் எல்லாப் புள்ளிகளிலும் வீச்சு ஒரே அளவு எனக்கொண்டால் கம்பியின் வழியே ஓர் அலை செல்வதாகக் கொள்ளலாம்.

ஒரு வரம்புடைய கம்பியில் அலை  $Z_0$  என்ற இறுதியை அடைவது.  $Z_0$  அலைவின் மூல ஆற்றலையும் கவரவிட்டால் எதிரொளிப்பு ஏற்படுகின்றது. இயந்திரியிலிருந்து  $Z_0$ வை தோக்கிச்

செல்லுகின்ற அலைகளும்  $Z_0$  விலிருந்து இயந்திரமய நோக்கி வருகின்ற அலைகளும் செர்த்து நிலையான அலைகள் (standing waves) ஏற்படுகின்றன. வரம்பில் ஆற்றல் வருகின்ற அனலிஸையே கவரப்பட்டாக, நிலையான அலைகள் உண்டாகா. இயந்திரமிருந்து  $Z_0$  மய நோக்கி ஒரு போக்கு அலைகளே அமையும். அதாவது இத்தகைய அமைப்பு ஓர் எக்ஸ்யற்ற தீளமுடைய கம்பியை , ஒத்திருக்கும்.

கம்பியின் மிகக் குறுகிய ஒரு பகுதியைக் ( $dx$ ) கவனிப்போம். இத்தக் கம்பியின் எந்த ஒரு புள்ளியிலும் மிக்னோட்டம், மின்னழுத்த பேதம் ஆகியவற்றிற்குச் சமன்பாடுகளை வரையறுக்கலாம். எக்ஸ்யற்ற தீளமுடைய கம்பிகளுக்கு அலை எதிர்ொளிப்புக்கள் இல்லாதபொழுது, மிக்னோட்டம்  $I_0$ , மின்னழுத்தம்  $E_0$  ஆகியவை கீழ்க்கண்ட சமன்பாடுகளாகப் பெறப்படுகின்றன.

$$E_0 = E_g \cdot e^{-\frac{2\pi}{\lambda} x}$$

$$I_0 = E_g \sqrt{\frac{C}{L}} e^{-\frac{2\pi}{\lambda} x}$$

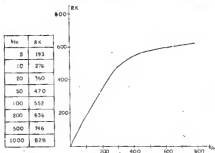
இங்கு  $e$  என்பது நேப்பீரியன் வர்க்குதத்தின் (Napierian logarithm) ஆடிப்பணையாகும்,  $C$  மிக்நெக்கி திறன்,  $L$  மிக்நிலைமை,  $\lambda$  அலை தீளம் ஆகும். இயந்திரமிருந்து கம்பி, இயந்திரக்கு ஒரு தூய மின் தடை விரிவுகளைக் கொடுப்பதைப்போலவே தானும் கொடுக்கின்றது என்பது புலனாகின்றது. ஆகவே,

$$RK = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

மேலே கூறப்பட்டவற்றிலிருந்து குறிப்பிட்ட தீளமுள்ள ஒரு கம்பி ஒரு மின்தடைவிலும் வரையறுக்கப்பட்டாக அத்தக் கம்பியும் வரம்பு மின் தடையுக் செர்த்து ஓர் எக்ஸ்யற்ற தீள முள்ள காரணியைப்போல் செயல்படுகின்றன என்பது புலனாகின்றது. வரம்பை மடைகின்ற ஆற்றல் முழுமையும் கவரப்படுவதனாலும் எதிர்ொளிப்பு ஏற்படுவதில்லை. மேலே கண்ட சமன்பாடுகள் மின்னழுத்தபேதம், மிக்னோட்டம் ஆகியவற்றை எக்ஸ்யற்ற தீளமுள்ள கம்பியிலும் சரிவாக வரையறுக்கப்பட்ட கம்பியின் எந்தப் புள்ளியிலும் கொடுக்கின்றன.

ஆற்றல் திருப்பத்தை அறவே நீக்குவதற்குச் சரிவான மின் தடை  $RK$  க்குச் சிறப்பியல் மின் எதிர்ப்பு (characteristic impedance)

அல்லது எஞ்சி மீள் எதிர்ப்பு (surge impedance) என்று பெயர். அதனுடைய மதிப்பு (i)  $a$  ஆரமும்  $b$  இடைவெளியில் பிரிக்கப் பட்டுள்ள இணையான கம்பிகளுக்கு  $RK = 277 \log_{10} b/a$  ஓம்சக் ஆகும். (ii) உள் ஆரம்  $r$ , வெளி ஆரம்  $r_1$  உடைய ஒரு மைய உருளைக்கு  $RK = 138 \log_{10} \frac{r_1}{r}$  ஓம்சக் ஆகும். தடையுறையில்  $RK$  மீள் மதிப்பு வேறுவாசக் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. திறந்த இணையான கம்பிகளில் தீவம் அதிகமாக இருக்கும்போது  $b/a$  ன் மதிப்பு 100 க்கு அதிகமாகவோ 5 க்குக் குறைந்தோ



படம் 20.4

திறந்த இணைச்செற்றில் அட்டவணையும் வரையடலும்

கிடைப்பதில்லை. படம் 20.4ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையும் வரையடலும்  $b/a = 100$  ஆகும் வரையில்  $RK$ ,  $b/a$  மூடச் சீரையாக அதிகரிக்கின்றது என்பதையும், அதற்குப் பிறகு  $b/a$  ன் மதிப்பு ஒரு மாநிலியாக உள்ளது என்பதையும் காட்டுகின்றன. அதாவது  $b/a$  ன் மதிப்பு ஏறத்தாழ 200க்கும் 800க்கும் இடைவெளில் உள்ளது. ஒருமைய உருளைகளில்  $RK$  ன் மதிப்பு பொதுவாக 80 ஓம்சளாகப் பெறப்படுகின்றது. எனினும்  $\frac{r_1}{r}$  ன் மதிப்பு இரண்டு மூன்று பத்துக்கு உயரும்போது  $RK$  ன் மதிப்பு 50 கிருத்து 140 ஓம்சளுக்கு உயருகின்றது. இரு காப்பிடப்பட்ட கம்பிகளை ஒழுக்கி ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியாகவும் பயன்படுத்தலாம்.

இப்பொழுது  $\frac{1}{2}\pi$  ன் மதிப்பை மிகக் குறைத்து  $RK$  ன் மதிப்பை 100 க்குத்து 200க்குள் கொண்டுவரலாம்.

$RK$  க் மின் கடத்தாப் பொருளின் விலைவு (Effect of dielectric constant) :

மிக நீண்ட தூரத்திற்கு ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகள் தேவைப் பட்டால் இரண்டு கடத்திகளையும் ஒரு காப்பிடப்பட்ட இடைவெளி நிரப்பியைக் கொண்டு (insulating space) பிரிக்கவேண்டும். இந்த நிரப்பிகள் ஓர் அலை தளத்திற்கும் குறைவான இடைவெளிகளில் வைக்கப்பட்டால், அப்பொழுது அவை, தொடர்ச்சியாக இருப்பதைப்போலவே செயற்படுகின்றன. இந்த நிலையில் மின் கடத்தாப்பொருள் மாற்றியின், அதாவது  $K$  ன் மதிப்பு 1 க்கும் அது செவ்வப்பட்டுள்ள பொருளின் மின் கடத்தாப்பொருள் மாற்றிக்கும் இடையே இருக்கும். இடைவெளி நிரப்பிகள் மிகக் குறைவான இடைவெளிகளில் பயன்படுத்தினால் ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பி காற்றினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளதைப்போலவே செயற்படும்.

கடத்திகளுக்கிடையே மின் கடத்தாப் பொருள் நிரப்பினால் கம்பியின் மின்பேக்கு திறனை ஒரு செவ்வப்பட்ட தளத்திற்கு  $K$  பங்கு அதிகரிப்பதற்கு ஒப்பாகும். இதனால் அலையின் திசைவேகம், குறைத்து  $RK$  ன் மதிப்பும் குறைகின்றது. இந்த மூன்றை

$$RK = \sqrt{\frac{L}{Kc}} = \sqrt{\frac{1}{K}} \sqrt{\frac{L}{c}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1K}} \cdot RK (\text{காற்றிற்கு})$$

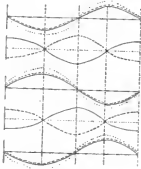
இவ்வாறு ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகளில் அவற்றின் மின் தடை  $RK$ வை 40 ஓங்காங்கும்படி செவ்வலாம்.

நிரப்பப்பட்ட அலைகள் (Reflected waves) :

இங்கு இரு வகைகளைக் கவனிப்போம். (1) திறந்த வளைச் சுற்றுகள் (open circuits), (2) குறுக்குச் சுற்றுகள் (short circuits).

ஓர் அலைநீள ( $\lambda$ ) தளமும், தொலைமுனையில் திறத்துறையும் ஒரு கம்பியைக் கவனிக்கவும். இதனுடன் ஓர் இயந்திரியை இணைக்கும்பொழுது கம்பியிலுமுடிக் ஓர் அலை பரவுகின்றது. இந்த அலை கம்பியின் வரம்பை ஓர் அலைவு நேரத்தில் அதைத்து ஆற்றல் வளர்ப்படமுடியாததால் எதிரொளிக்கப்படுகின்றது.

வாட்டிக் மிக்ஸ்டேட்டம் கழிவாக இருப்பதால் எதிரொளித் தல்பட்ட அலை எட்டத் திருப்பத்தை (phase reversal) அடை கிறது. இவற்றையே  $RK$  க்குச் சமமான ஓர் அகமித்தவகையப் பெற்றிருத்தால் கம்பியிக் எந்தப் புள்ளியிலும் மிக்ஸ்டேட்டம் இரு மிக்ஸ்டேட்டங்களின் தொகுப்பாகும். எதிர்த்திசைகளில் செல்பு கின்ற இரு சமமான அலைகளும் ஒன்றோடொன்று செத்து நிலையான அலைகளை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றின் அமைப்பு படம் 20.5 க் காட்டப்பட்டுள்ளது.



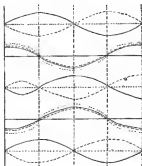
படம் 20.5

நிலத்த கம்பியிக் மிக்ஸ்டேட்டத்திலும் மிக்ஸ்டேட்டமும்

இந்த அலைகளின் அமைப்பு ஆர்கள் குழாய்களிலும் அதிர் வுறும் கம்பிகளிலும் உண்டாகும் அலைகளைப்போலவே இருக்கும். அலை திசைகளின் பாதி அளவாக மீள்கப்பட்டிருக்கும் புள்ளி களில் அலைகளின் வீச்சு கழிவாகவே இருக்கும். இந்தப் புள்ளி களுக்கு மிக்ஸ்டேட்டக் கணுக்கள் (nodes) என்று பெயர். இவற் றுக்கு இடையே பாதி தூரங்களில் உள்ள புள்ளிகளில் வீச்சு உச்ச மதிப்பைப் பெற்றிருக்கும். இவற்றுக்கு மிக்ஸ்டேட்ட எதிர்க் கணுக்கள் (anti nodes) என்று பெயர். ஸ்தலபொக்கு அலைகள் எதிரொளிக்கப்படும் அலைகள் ஆகியவற்றிலுள்ள புள்ளிகள்

ஒரே கட்டப் பேதத்தினோ அல்லது எதிர்க்கட்டப் பேதத்தினோ இருக்கும்.

இந்த வகைக்கு மின்னழுத்தப்பேத மாறுபாடுகளாக கவனித்தால் முற்போக்கு அலைகள் வரம்பை அடைமடிப்போலது மின்னோட்டம் சுழிவாவதால் அதைச் சூழ்த்துள்ள காந்தப்புலத்தில் ஆற்றல் சுழியாகிறது. இந்த ஆற்றல் மின் புலத்திற்குக் கொடுக்கப்படுகின்றது. எனவே, வரம்பில் மின்னழுத்தப்பேதம் அதிகரிக்கின்றது. குதிப்பாகச் சொல்லப்போனால் மின் அழுத்தப்பேதம் இருமடங்குகிறது. எனவே, நிரந்தர சுற்று வரம்பில் மின்னழுத்தத்தில் கட்டத் திருப்பம் ஏற்படுவதில்லை. மின்னோட்டத்தைக்



படம் 20.6

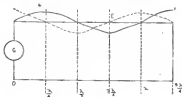
குறுக்குச் சுற்றில் மின்னழுத்தமும் மின்னோட்டமும்

கவனித்தால் மின்னழுத்தக் கணுக்கள் உள்ள புள்ளிகளில் மின்னோட்ட எதிர்க்கணுக்களும், மின் அழுத்த எதிர்க்கணுக்கள் உள்ள புள்ளிகளில், மின்னோட்டக் கணுக்களும் அமைகின்றன. முற்போக்கு, எதிரொலிப்பு அலைகளில் இரு புள்ளிகள் ஒத்த கட்டப்பேதத்தினோ, ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்ட கட்டப்பேதத்தினோ அமைகின்றன.

இப்பொழுது ஓர் அலைநீளம் ( $\lambda$ ) நீளமுடைய குறுக்குச் சுற்றுக் கம்பியைக் கவனிப்போம். அதில் முதலில் மின்னழுத்த  $E_0$ —19

பேதத்தில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளைக் கவனிப்போம். வாய்மீக மின் எதிர்ப்பு, சுழியாவதால் மின் அழுத்தம் இருப்பதற்கிலும், எனவே, வாய்மீக மின் அழுத்த பேதக் கணு உண்டாகின்றது. எதிரொளிக்கப்பட்ட மின்னழுத்த பேத அலை வாய்மீக கட்ட மாறுதலை அடைகின்றது. இதைத் திரைத் சுற்றக் கம்பியின் மின்னோட்ட அலைக்கு ஒப்பிடலாம். இவ்வாறு குறுக்குச் சுற்ற வாய்மீக மின்னழுத்தபேதக் கணுக்கள் திரைத் சுற்றமின்னோட்டக் கணுக்களுடன் ஒத்திருக்கின்றன. அதாவது படம் 20.7 க் காட்டப்பட்டுள்ள கம்பியைக் குறுக்குச் சுற்றக்கொடுக்கப் படுவது கணுக்கள் அலை நீளத்தில் தாமதம் ஒரு பகுதி தன்மையும்.

வாய்மீக மின்னோட்ட அலைகளைக் கவனித்தால் மின்முன் சிதைத்து ஆற்றல் காத்தழிவாத் திரைக்குப் கொடுக்கப்படுகின்றது. இதனால் மின்னோட்டம் அதிகரித்து ஒரு நிலையான குறுக்குச் சுற்றிற்கு இரு மடங்காகின்றது. இதனால் எதிரொளிக்கப்பட்ட மின்னோட்ட அலை கட்டபேத மாறுபாட்டை அடைவதற்கும், இக்கு நிலையான மின்னோட்ட அலைகள் திரைத் சுற்றின் மின் அழுத்தபேத அலைகளோடு ஒத்திருக்கின்றன.



படம் 20.7

திரைத் சுற்றியின் நிலையான அலைகள்

படம் 20.7 க் காட்டியுள்ளபடி ஒரு பொதுவான அமைதி வைக் கவனிப்போம். இக்கு ஒரு மாறுதலை மின்னோட்ட இயந்திர மாறுதலியின் குறுக்குச் சுற்றக்கப்பட்ட இரு நிலையான கம்பி கணுடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

வாய்மீக ஆற்றல் கவரப்படாததால், இயந்திர வேலை செய்வது பொழுது திருப்பம் ஸ்தலையாக தடைபடுகின்றது. மின்னோட்டம், மின்னழுத்தபேதம் ஆகியவற்றின் நிலையான அலைகள்



கம்பியில் உண்டாக்கப்படுகின்றன. கம்பியின் மறுமுனையில் எப்பொழுதும் ஒரு மின்னழுத்தக் கனுவுக்கும் ஒரு மின்னோட்ட எதிர்க்கனுவும் இருக்கும். இதன் காரணமாகவும், அலைகளின் தளம் இயந்திரியின் அதிர்வைப் பொறுத்திருப்பதாலும் இயந்திரியில் சிக்னோட்டம், மின்னழுத்தம் ஆகியவற்றின் மதிப்பு கம்பிகளின் தளத்தைப் பொறுத்திருக்கும். மேலெழுந்த மட்டத்தில் கம்பிகளின் தளம் ஒத்தேதான் அலை தளத்திற்குச் சமமாக உள்ளது. இயந்திரியின் கம்பியின் முனையில் மின்னழுத்தவேகம் உச்ச அளவிலும், மின்னோட்டம் சுழியாகவும் உள்ளது. குறுக்குச் சுற்றக்கப்பட்ட கம்பி இயந்திரிக்கு எகிலியற்ற மின் எதிர்ஃபைர்போல் தொழிப்படுகின்றது. கம்பியின் தளம்  $\lambda/4, 3\lambda/4, 5\lambda/4 \dots$  ஆக இருக்கும் பொழுது இதே நிலைமை நீடிக்கின்றது. இவையே கம்பியில் இயந்திரியின் கம்பியின் மின்னோட்டம் சுழியாவதில்லை; மின்னழுத்தமும் உச்ச கட்டத்தை அடைவதில்லை. மின் எதிர்ஃபு கம்பி மின் தடைவாகின்றது. மின்னோட்டம், மின்னழுத்தம் ஆகியவை கம்பியின் அச்சிற்கு ஒரே பக்கத்தில் இருக்கும்பொழுது மின் துண்டல் விளைவாகவும், எதிர்ஃபு பக்கங்களில் இருக்கும் பொழுது மின்நேக்கி விளைவாகவும் உள்ளன. எனவே, கம்பி அதன் தளத்தைப் பொறுத்து மின்நிலையாகவோ மின்நேக்கி யாகவோ செயற்படுகின்றது.

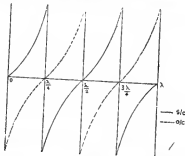
இதே யாதிரியாகத் திறத்த சுற்றக் கம்பியில் அதன் தளம்  $\lambda/4, 3\lambda/4, 5\lambda/4, \dots$  ஆக இருத்தால் மின் எதிர்ஃபு சுழியாகும். இது இயந்திரியே செர்யும் பொழுதுமட்டுமே பொருத்தும். ஆகவே, சுழியிலிருந்து எகிலியற்ற மதிப்புகளை எந்த அளவு வேண்டுமானாலும் மின் எதிர்ஃபைத் தகுத்த தளவுள்ள திறத்த சுற்றைப் பயன்படுத்தியோ குறுக்குச் சுற்றைப் பயன்படுத்தியோ பெறலாம்.

படம் 20.8 க் காட்டப்பட்டுள்ள வரிசைகாடுகள், குறுக்குச் சுற்றுகள், திறத்த சுற்றுகள் ஆகிய இரண்டிற்கும், தளம் மாறுபடும்பொழுது மின்எதிர்ஃபு மாறுபடும் விதத்தைக் காட்டுகின்றன.

இங்குக் கம்பியில் ஆற்றல் விரயமாவதில்லை வென்றும், வரம்புகள் சீராக அமைக்கப்பட்டுள்ளன என்றும் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியின் மறுமுனை குறுக்குச் சுற்றக் இருக்கும்பொழுது மின் மறுப்பு  $X_2$  என்றும், திறத்த சுற்ற விரும்பும்பொழுது  $X_1$  என்றும் கொண்டால் மீறகு சிறப்பியல் மின்எதிர்ஃபு  $R_x = \sqrt{X_1^2 - X_2^2}$  என்று பெறப்படுகின்றது. இவ்வாறு

ஒர் ஆற்றல் தொகுதும் கம்பியின் சிறப்பியல் மின்னதிர்ப்பைச் சமையாக அளக்கலாம்.

ஆற்றலாட்டும் கம்பிகள் அவை குறுக்குச் சுற்றுக் கம்பிகளானாலும் சரி, திறத்த சுற்றுக் கம்பிகளானாலும் சரி, சாதாரண இசைவுச் சுற்றுகளின் குணங்களாகக் காண்பிக்கின்றன. எனவே, அவை உயர் அடுக்க அலைவியற்றிகளிலும் ஒரேச் சுற்றுகளிலும் பயன்படுகின்றன. ஒற்றை எண் (odd), காக் அலைநீளங்கள் தான்



படம் 20.8

சுற்றுகளில் தான் மாறுதல்களும் மின்னெதிர்ப்பு மாறுதல்களும்

முதலு குறுக்குச் சுற்றுக் கம்பியை [ஒரு கம்பிச் சுருளையும் மின்னெதிர்ப்பையுமுடைய இணை இசைவுச் சுற்றுக்கு ஒப்பிடலாம். இரட்டை எண் (even) காக் அலை நீளங்களையுடைய திறத்த கம்பிச் சுற்றையும், இத்தகைய இணை இசைவுச் சுற்றுக்கு ஒப்பிடலாம். இதேபோல ஒற்றையெண் காக் அலை நீளமுடைய ஒரு திறத்த சுற்றுக் கம்பியையும், இரட்டை எண் காக் அலை நீளங்களையுடைய குறுக்குச் சுற்றுக் கம்பியையும் ஒரு தொடர்பிணைப்பு இசைவுச் சுற்றுக்கு ஒப்பிடலாம். செய்வையாகச் செய்தால் ஒத்ததீர்வு ஆற்றலாட்டும் கம்பிகள் - இவற்றிற்கு ஹைப் கம்பிகள் என்றும் பெயருண்டு - அதிக அடுக்கங்களில் மிக அதிக டி மதிப்பைப் பெற்றிருக்கும். இந்த முறையில் இவை சாதாரண இசைவுச் சுற்றுகளைவிட மிக மிகச் சிறத்தவையாகும்.

### மாநிதிக் கணக்குகள்

1. துள்ளுபான், உயர் அடுக்க, ஒரு ஜோடி ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகள், பரவலாக ஒரு சென்டி மீட்டருக்கு  $0.04 \mu F$  மிகுதெக்கு திறனையும்,  $0.5$  மில்லி ஜென்தி மிகு திறமையுடைய பெற்றுகளான, அவற்றின் எழுச்சி மின்னெதிர்ப்பு யாது?

$$\begin{aligned} Z_c &= \sqrt{\frac{L}{C}} \\ &= \sqrt{\frac{0.5 \times 10^{-3}}{0.04 \times 10^{-6}}} \\ &= \sqrt{\frac{0.5 \times 10^3}{4}} = \frac{\sqrt{0.5} \times 10^2}{2} \\ &= \frac{0.707}{2} \\ &= 490 \text{ ஓம்.} \end{aligned}$$

2. ஒரு வினாடிக்கு  $1.2$  கிரேஸ் கசக்கின்கள் அடுக்கத்தில் ஒரு திறந்த சுற்று ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியின் மூலக்மய மாநிலிகளாவன :

மின் தடை  $R = 11$  ஓம்/கம்பம்.

மின் திறமம்  $L = 4.5$  mH/கம்பம்.

பரிமாற்றுக் கடத்துதிறம்  $G = 0.5$  Gm/கம்பம்

$C = 00825 \mu F$ /கம்பம்

கம்பியின் சிறப்பியல்பு மாநிலிகளைக் கணக்கிடு.

$$\begin{aligned} \omega L &= 2\pi \times 1.2 \times 10^3 \times 4.5 \times 10^{-3} \\ &= 88.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega C &= 2\pi \times 1.2 \times 10^3 \times 0.0825 \times 10^{-6} \\ &= 82.25 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= R + j\omega L = 11 + j88.8 \\ &= 89.8 \angle 72.1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y = G + j\omega C &= 10^{-3} (0.8 + j62.26) \\
 &= 62.26 \times 10^{-3} \angle 90 - 0.55 \\
 &= 62.26 \times 10^{-3} \angle 89.45
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{சிறப்பியல்பு விண்ணொளிப்பு} = Z_0 &= \sqrt{\frac{Z}{Y}} \\
 &= \sqrt{\frac{85.8}{62.26}} \times 10^{-3} \angle -8.7 \\
 &= 755 \angle -8.7 \text{ ஓம்சை}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{பரப்பல் மாநிலம்} Y &= \sqrt{ZY} \\
 &= \sqrt{85.8 \times 62.26 \times 10^{-3}} \angle 80.8 \\
 &= 47.2 \times 10^{-3} \angle 80.8 \\
 &= .00755 + j0.0468
 \end{aligned}$$

$$Y = \alpha + j\beta$$

$$\alpha = 0.00755 \text{ நேரப்பயிப்பு/மைல்}$$

$$\beta = 0.0468 \text{ நேரப்பயிப்பு/மைல்}$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{\beta} = 135 \text{ மைல்கள்.}$$

$$\nu = f\lambda$$

$$= 1,62,000 \text{ மைல்கள்/வினாடி.}$$

8. 1200 எசுக்கிள்/வினாடியில் ஒரு திறத்த சுற்று ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியின் சிறப்பியல்பு விண்ணொளிப்பு, பரப்பல் மாநிலவியல்பு கீழ்க்கண்டவாறு கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

$$Z_0 = 850 - j180.$$

$$Y = 0.005 + j.0.007$$

கம்பியின் மூதன்மை மாநிலவியல்பு காண்க.

$$Z_0 = \sqrt{\frac{Z}{Y}}$$

$$Y = \alpha + j\beta$$

$$= \sqrt{ZY}$$

$$\therefore Z_0 Y = \sqrt{\frac{Z}{Y}} \cdot \sqrt{ZY} = Z = R + j\omega L$$

$$\frac{Y}{Z_0} = Y = G + j\omega C$$

$$R + j\omega L = Z_0 Y$$

$$= (850 - j.150)(0.005 + j 0.007)$$

$$= 850 \left| -13.65 \right| + 10^{-3} \left| 45 \right|$$

$$= 0.850 \times 8.5 \left| 82 \right|$$

$$= 4.8 + j 8.0$$

உள்ளமை, உற்பவீனம் பருதிகவீனம் சமப்படுத்திக் காட்டுகப்பொருது

$$R = 4.8 \text{ ஒம்/மைல்}$$

$$\omega L = 8$$

$$\therefore L = \frac{8}{2\pi 1200} = 0.898 \text{ mH/மைல்}$$

$$\text{மேலும் } G + j\omega C = \frac{Y}{Z_0} = \frac{8.5 \times 10^{-3} \left| 45 \right|}{850 \left| -13 \right|}$$

$$= (8.75 + j - 10.8)10^{-5}$$

$$G = 8.75 \text{ மைக்ரோ மோ/மைல்}$$

$$C = \frac{10.8 \times 10^{-5}}{2\pi \times 1200} = 0.0014^5 \text{ } \mu F/\text{மைல்.}$$

### வினாக்கள்

1. ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகள், காட்டுக்கம்பிகள் ஆகியவற்றைப்பற்றி நீ அறிவது யாது?
2. ஓர் எகவியற்ற நிலமுள்ள காட்டுக்கம்பி உள்விடு பருதியில் ஓர் இயந்திரவுடன் கோக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தக் கம்பி தொழிற்படும் விதத்தைச் சுருக்கிக் கூறு.

3. குறிப்பிட்ட தீளமுள்ள ஓர் ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பி ஒரு முனையில் ஓர் இயந்திரமே இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அக் கம்பி தொழிற்படும் விதத்தை விளக்குக.
4. ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகளில் மின்கடத்தாப்பொருளின் விளைவுகளைச் சுருக்கி வரைக.
5. ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகளை ஒத்ததிர்வுச் சுற்றுகளுடன் ஒப்பிடுக.
6. ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகளுக்கும் அலைவழிப் பகுதிகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் யாவை?
7. ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகளில் மின்னழுத்தங்களுக்குத் திண்டாட்டங்களும் உள்ள தொடர்புகளை விளக்குக.
8. ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகளில் திறன் எந்தெந்த வழிகளில் விடையமாகிறது?
9. சிறு குறிப்பு வரைக :
  - (a) பரப்பில் மாறிவி, மெனியோன் மாறிவி, கட்ட வேத மாறிவி.
  - (b) திறத்த சுற்றுகள், மூடிய சுற்றுகள்.
  - (c) ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியின் மின்னெதிர்ப்பு.

## 21. அயன மண்டலம்

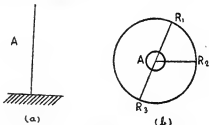
(Ionosphere)

ராடார்பற்றி மூலமுமையாகத் தெரிந்து கொள்ளுவதற்கு ரேடியோ அலைகள் செல்லுகின்ற அயன மண்டலத்தைப்பற்றியும் நாம் சிற்று அறிந்துகொள்ளவேண்டும். உயர் அடுக்கங்களில் அதாவது மிகக் குறைந்த அலை நீளங்களில் ரேடியோ அலைகள் உண்டுபண்ணப்பட்டும் பரப்பேற்றமும் பெருக்கமும் பெற்று ஏரியல்நிலை வானவெளியில் அனுப்பப்படுகின்றன என்றும் அவை இலக்குகளாக எதிரொளிக்கப்பட்டு ஏற்பிவிழுகின்ற ஏரிலை அடைகின்றன என்றும் இதுவரையில் கூறினோம். இந்த ஏற்பிவைய வடைபடும் மின்காந்த அலைகளைப் பரப்பிறக்கமுடையதே பிறகு பல மாறுதலுக்கும் பிறகு எதிர்மிக் உதிர்க் குழாயின் தாடுகளுக்குக் கொடுக்கப்பட்டு இலக்குகளை அறிவிக்கின்றன என்றும் கூறினோம்.

ஏரில்கள் (Aerials) :

சாதாரண ரேடியோவின் ஏரில்களும், ராடாரில் பயன்படுத்தப்படும் ஏரில்களும் அடிப்படையில் பல விதங்களில் ஒத்தவை. ஏரில்கள் என்பது ஓர் உலோகக் கம்பி. இது மின்காந்த அலைகளைப் பரப்புவதற்கும், ஏற்பதற்கும் பயன்படுகிறது. மின் நிலைமம், மின்தேக்கு திறன், தரை ஆகியவற்றை இணைக்கும் பகுதியே பொதுவாக ஏரில்கள் என்று வழங்கப்பட்டாலும், இதற்குச் சரியான பெயர் அன்டெனா (antenna) ஆகும். ஏரில்கள் என்பது அன்டெனாக்களின் உச்சியை மட்டுமே குறிக்கும். இந்த ஏரிலை விடுத்து வெளியேறும் மின்காந்த அலைகள் வினாடிக்கு 1,80,000 மைல்கள் வேகத்தில் பரவுகின்றன. இவ்வாறு செங்கையில் அவற்றின் செறிவு தூரத்தின் இருமடிக்கு எதிர்விதித்ததில் குறைகின்றது. மேலும், இந்த அலைகள் அவற்றின் பரணை விழுகின்ற மலைகள், வீடுகள், மரங்கள் ஆகியவற்றால் உட்கவரப்படுவதாலும் அவற்றின் செறிவு வெகுவாகக் குறைகின்றது.

ஒரே ஏரியலில் பயன்படுத்துவதையிட இரண்டு அம்சது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட ஏரியல்களைப் பயன்படுத்தினால் மிக விரைவில் அலகுகளின் திறனை நமக்குத் தேவையான தகவல்கள் குவிந்து அனுப்பலாம். ஏரியல்களைச் சுற்றி வெக்டரவது தகவல்களில் செல்லும் அலகுகளின் ஆற்றல்கள் குறிக்கும் படத்திற்குத் தகவல்கள் படம் (polar diagram) என்று பெயர். படம் 21.1 க் செக்குத்தான ஒர் ஒத்த ஏரியலும் அதன் தகவல்கள் படமும் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 21.1

ஒத்த ஏரியல்

ஒத்த ஏரியல் தகவல்கள் படம்

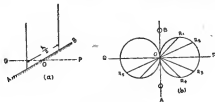
இத்தகவல ஏரியலின் தகவல்கள் படம் ஒரு வட்டமாகும். அதாவது ஆற்றல் எக்ஸ்த தகவல்களும் சமமாகப்பாபித்து தூரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க குறைந்துகொண்டே செல்லுகின்றது. படம் 21.1 (b) க் A என்ற புள்ளி செக்குத்தான ஏரியல்க் குறிக்கின்றது.  $AR_1$ ,  $AR_2$ ,  $AR_3$  ... என்பன  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  ... தகவல்களில் செல்லும் அலகுகளின் ஆற்றல்களையக் குறிக்கின்றன. இவையாவும் சமமென்பது எளிதாகத் தெரிகின்றது.

படம் 21.2 (a) க் இரு ஏரியல்கள் ஒரே அலகுவெற்றிக்குச் சமவட்டத்தில் (செக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றிற்கிடையேயுள்ள தூரம் அலகுவெற்றி பாதியாகும் ( $\lambda/2$ ).

படம் 21.2 (b) க் அவற்றின் தகவல்கள் படம் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஏரியல்களுக்கு இடையான தகவல்கள் அதாவது AB அல்லது BA என்ற தகவல்களில் அந்த இரு ஏரியல்கள்



கிசுத்து செல்லும் அலைகள்  $\frac{\lambda}{2}$  பாதை வேற்றமை (அதாவது கட்டவேற்றமை  $\pi$ ) உடையனவாக இருப்பதால் அவை ஒன்றை வொன்று அழித்துவிடும். ஆகவே, இத்தத் திசைகளில் அலைகள் பரவுவதில்லை.  $AB$  க்குச் செங்குத்தான திசையில் அதாவது



படம் 21.2

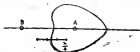
இரட்டை ஏரியல்  
( $\lambda/2$  தூரம்)

இரட்டை ஏரியல்  
திசையாற்றல் படம்

$OP$ ,  $OQ$  என்ற திசைகளில் ( $AB$  க் தடுக்கிடுத்துக் கோடு  $PQ$ வாகும்) இரு ஏரியல்களிலிருத்தும் வருகின்ற அலைகள் ஒரே கட்டத்தி கிருப்பதால் ஒன்றைவொன்று வலிந்துட்டி அலைகளின் ஆற்றல் உச்ச மதிப்பைப் படைக்கும். இது படம் 21.2 (b) க் தன்கு விளக்கப்பட்டுள்ளது. இத்தப் படம்  $B$  என்ற எண்ணைப் போலும்னது.  $O$  விலிருத்து  $OR_1$ ,  $OR_2$ ,  $OR_3$  என்ற கோடுகளின் திசைகள் அத் திசைகளில் செல்லும் ஆற்றல்களின் ஒப்பு அளவு களைக் குறிக்கின்றன.  $OA$ ,  $OB$  என்ற திசைகளில் ஆற்றல் சுழி யாகவும்  $OP$ ,  $OQ$ , என்ற திசைகளில் ஆற்றல் உச்சமாகவும் இருப்பது புலனாகின்றது.

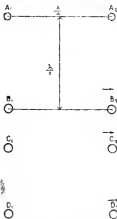
$A$ ,  $B$  ஆகிய இரு ஏரியல்களை அலை திசத்தின் காகப் பங்கு ( $\lambda/4$ ) தூரத்திற் வைத்து,  $A$ க்குமுட்டும் ஆற்றலை ஊட்டினாலும், அதிலிருத்து அலைகள் எழப்பி  $B$ வின் மீது விலும்.  $B$  தன்மீது விலும் அலைகளை  $A$  வை நோக்கி எதிரொலிக்கும்.  $A$  விலிருத்து  $AB$  என்ற திசையில் செல்லும் அலைகள்  $\frac{\lambda}{4}$  தூரத்தைக் கடக் லும்போது  $\frac{\pi}{2}$  கட்டவேற்றமைகின்றன.  $B$  வாக் திருப்பப்படும் போது மேலும்  $\pi$  கட்டவேற்றமைகின்றன.  $B$  விலிருத்து  $A$  க்கு

வரும்  $\frac{\lambda}{4}$  ஊர்தவதக் கட்டிபதால் இன்னும்மொரு  $\frac{\pi}{2}$  கட்டபேதமடைகின்றன. ஆகவே, மொத்த கட்டபேதம்  $2\pi$  ஆகும். ஆதலால்  $B, A$  எந்த திசையில்  $A$  யில் அலைகளும்,  $B$  யால் எதிரொலிக்கல்



படம் 21.3

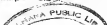
$\lambda/4$  ஊர்தவத இரட்டை ஏரியல் திசையாற்றல் படம்



படம் 21.4

ஏரியல் அணிகள்

பட்டு வரும் அலைகளும் ஒரே கட்டத்திலிருப்பதால் அவை ஒன்றை யொன்று வலிவூட்டுகின்றன. அது படம் 21.3-ல் விளக்கம் பட்டுள்ளது.



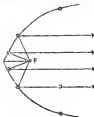
மேலே சொல்லப்பட்ட வகைகளைச் சேர்த்து ஓர் ஏரியல் அணியை (array) அமைத்தால் ஆற்றலினத்தும் ஒரே திசையில் செழுத்தப்படுகின்றது. இது படம் 21.4-ல் காட்டப் பட்டுள்ளது.

படத்தில்  $A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2, D_1, D_2$  என்பவை நான்கு வரிசைகளாக ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு வரிசையிலும் இரண்டு ஏரியல்களுக்கு இடைவெளியான தூரம்  $\frac{\lambda}{4}$  ஆகும். இரண்டு அடுத்தடுத்த வரிசைகளுக்கு இடைவெ

யான தூரம்  $\frac{\lambda}{2}$  ஆகும். அலுவியத்தி் ஒவ்வொரு வரிசையிலும் ஒவ்வொரு ஏரியலுடன் அதாவது  $A_1, B_1, C_1, D_1$  ஆகிய வற்றுடன் இணைக்கப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு வரிசையிலுமுள்ள எதிரொளிப்பான்கள் அதாவது  $A_2, B_2, C_2, D_2$  என்பன ஓர் அணியாகவும்,  $A_1, B_1, C_1, D_1$  வேறு ஓர் அணியாகவும் தொழிற் படுகின்றன. முன்பே கூறியவாறு ஆற்றல் ஒரே பக்கமாகச் செழுத்தப்படுகின்றது. இதற்குக் கற்றைப்பரப்பு (beam transmission) என்று பெயர். இந்த முறை அபல் நாடுகளுக்கு ஒலிபரப்புதலிலும் ரேடியோவிலும் வெறுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

பரவளைவத் திருப்ப ஏரியல் (Parabolic reflector array):

பல எதிரொளிப்பு ஏரியல்களைச் சேர்த்து, அந்த ஏரியல்கள் ஒரு பர வளைவத்தின் விலகின்றீதும், ஆற்றலுண்டப்படவேண்டிய ஏரியல் பரவளைவத்தின் குவியத் தின்மீதும் இருக்குமாறு அமைக்கலாம். குவியத்தின் மீதுள்ள ஏரியலுக்கும், பரவளைவத்தின் மீதுள்ள ஒவ்வொரு ஏரியலுக்கும் உள்ள தூரம்  $\frac{\lambda}{4}$  ஆகும். பரவளைவத்தின் விலகின் மீதுள்ள எந்த இரு ஏரியல்களுக்கும் இடைவெயான தூரம்  $\frac{\lambda}{2}$  ஆகும். பரவளை



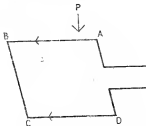
படம் 21.5  
பரவளைவ ஏரியல்

அந்தத் திசையில் ஒரே வலிவான கற்றை செலுத்தப் படுகின்றது. பரவளைவ எதிரொளிப்பானை நமது விரும்பும்போல் சுழற்றி இந்தக்

கற்றையின் திசையை மாற்றலாம். இம் முறையில் ஒரு துருவ விளக்குக் கற்றையை (search light beam) எந்தத் திசையில் வேண்டுமானாலும் செலுத்தலாம். மாறாக ஒரு வரிவான கற்றை இத்தர்பரவலியை எதிரொளிப்பானாக ஏற்கப்பட்டால், ஏற்பி ஏரியல் அமைத்துள்ள P என்ற புள்ளியில் ஆற்றல் ஆலைகளைக் குவிக்கலாம். இவ்வாறு இத்தர்பரவலியை ஏரியல் ரேடியோ ஆலைகளைப் பெறுவதற்கும் பயன்படுகின்றது. இத்தகைய ஏரியல்கள் வினாடிக்கு 80 மெகா சுற்றுகளுக்கும் மேற்பட்ட அடுக்கக் களைவுடைய ஆலைகளைப் பெற உதவுகின்றன.

**வரிக்கம்பி ஏரியல் :** திசை கண்டுபிடித்தல் (Loop aerial: Direction finding) :

ஏரியல் கம்பியை ஒரு வட்டமாகவோ சதுரமாகவோ வளைத்தால் அதற்குத் திசைத் தன்மை வந்துவிடுகின்றது.  $A B C D$  என்ற சதுரமாக வளைத்த ஒரு கம்பியை P என்ற ஒலிப்புப்பீலி விடுத்து வரும் ஆலைகளுக்குக் குறுக்கே தனம் செங்குத்தாக இருக்கும்படி வைத்தால் ஆலைகள்  $A B, C D$  என்ற புயல்களை ஒரே சமவெக்திரவடைத்து ஒரு திசையான மின்னோட்டங்களை உண்டாக்குகின்றன படம் (21.6).



படம் 21.6

வரிக்கம்பி ஏரியல்

இதனும் மின்னோட்டங்கள் ஒவ்வொரு கணத்திலும் ஒன்றையொன்று அழித்து விடுகின்றன. ஆகவே, ஆற்றல் ஏற்பு மிகக் குறைவாகவே உள்ளது. வரிவந்ததைச் சுற்றி அதன் தனம்  $P$ க்கு இணையாக இருக்குமாறு வைத்தால் ஆலைகள்  $A B, C D$  ஆகிய

வந்தது வெப்பவெறு கணக்களில் அடைபடும். அப்பொழுது பிளீனோட்டம் அதிகரிக்கும். இவ் விளைவினைப் பயன்படுத்தி ரேடியோ அலைகளைக் கொண்டு திசைகளைக் கண்டுவிடக்கூடும் எனத். இதுவும் ராடார்-ம் பயன்படுகின்றது.

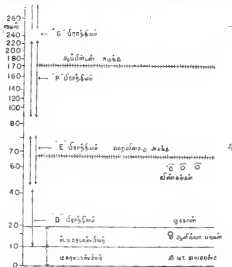
**அவன் மண்டலம் (The Ionosphere) :**

ஓர் ஓரிலிருந்து அனுப்பப்படும் ரேடியோ அலைகளில் ஒரு பகுதி தரைமீது ஊர்ந்து செல்கின்றது. இவற்றிற்குத் தரை அலைகள் (ground waves) என்று பெயர். மீதி அலைகள் வானத் திணைச் சென்றுவிடுகின்றன. இவற்றிற்கு வான அலைகள் (sky waves) என்று பெயர். தரைமீது வழியாகச் செல்லும் அலைகள் சுமார் 200 மைல்கள் வரை செல்லும். அலைநீளம் அதிகமாக இருந்தால் அவை செல்லும் தூரமும் அதிகமாக இருக்கும். ஆகப் பத்தில் நீள அலைகளையே உபயோகித்து வந்தனர். 1920ஆம் ஆண்டிற்குப் பிறகுதான் சிற்றலைகள் (short waves) உபயோகத்திற்கு வந்தன. சிற்றலைத்தில் நீண்ட அலைகளிலிருந்து சிற்றலைகளே சிறந்தவை என்று கண்டனர்.

தி.நி. 1901-ல் மார்க்கோனி என்பவர் ரேடியோ அலைகள் அட்வான்ஸ்ட் எழுத்திரத்தைத் தாண்டிச் செல்க்கும் என்று திருபித்தார். இதற்கு ஆதாரமாக இங்கிலாந்தில் நெவி - கைடு (Heaviside) என்பவரும் ஆமெரிக்காவில் கெகெனெலி (Kennelly) என்பவரும் பூமிக்கு மேலு உயரத்தில் அவன் மண்டலம் உள்ள தென்றும், அதுவே ரேடியோ அலைகளைத் திரும்பி மார்க்கோனி யின் அட்வான்ஸ்ட் ஒளிப்பாய்சல் சாத்தியமாக்கிற்று என்றும் தனித்தனியே அறிவித்தனர். அத்தகைய அவன் மண்டலம் பூமியிலிருந்து 50-80 மைல் உயரத்தில் இருப்பதாகக் கண்டு விடக்கூப்பட்டுள்ளது. இதற்கு நெவி-கைடு—கெகெனெலி அடுக்கு என்றும் பெயர் தரப்பட்டுள்ளது. இதை E பிராந்தியம் (E region) என்றும் அழைப்பர். இவ் வெவ்வேறான தெனிவை வரையறுக்கப்பட வில்லை. இந்த அடுக்கில் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை உயர்த்துகொண்டே சென்று உச்ச மதிப்பை அடைந்து பிறகு படிப்படியாகக் குறைகின்றது. சூரியனிலிருந்து வரும் புற ஊதாக் கதிர்களை உட்கவர்த்த காற்று மூலக் கூறுகளிலிருந்து வெளியேற் றப்பட்டவைகளே இந்த எலெக்ட்ரான்கள் என்று விஞ்ஞானிகள் கருதுகின்றனர்.

மீள்காத்த அலைகளைக் கொண்டு இந்த அடுக்கின் உயரத் தைக் கணித்ததில் அதன் சராசரி உயரம் பகலில் குறைந்தும், இரவில் அதிகமாகவும் இருப்பது தெரிய வந்தது. சூரியன்

மறைந்த மேலு புற ஊதாக்கதிர்கள் நின்ற போயதால் அயனி ஆக்கமும் நின்ற விடுகின்றது. இங் வடுக்கின் கீழ்ப்பாகத்தின் கார்த்தி அடர்த்தி அதிகமானதால் காரணமாகவுடன எகெட்



படம் 21.7  
அயன மண்டலம்

காரணம் ஆகக்கூடு மேலி மேலின் அயனிகளால் கைப்பற்றப் பட்டுவிடுகின்றன. ஆகவே, இங் வயன மண்டலத்தின் அடியி பாகம் அயனிகளை இழந்துவிடுவதால் சராசரி உயரம் அதிகமாகி கிறது. சூரியன் உதித்த உடனே விநாயக மறுபடியும் கீழே இறங்கி விடுகிறது. இங் வயன மண்டலத்தின் அமைப்பு படம் 21.7 க் காட்டப்பட்டுள்ளது.

1925 ஆம் ஆண்டில் ஆப்பிள்டன் (Appleton) என்பார் ஹெலிகைடு அடுக்கிற்கு மேலே வேறோர் அடுக்கு உண்டென்றும் அதுவே சிற்றலைகளை எதிரொளிக்கின்றது என்பதையும் காண்பித்தார். இம் மண்டலத்திற்கு ஆப்பிள்டன் அடுக்கு (Appleton Layer) என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. இதை F அடுக்கு (F Layer) என்றும் கூறுவர். இந்த மண்டலம் பூமிக்குடிகில் 80 முதல் 250 கைமீகள் வரை பரவியுள்ளது. இவ்வடுக்கில் அயனிச் செறிவு ஹெலிகைடின் அயனிச் செறிவைவிட அதிகமாகும். சூரியனிலிருந்து வரும் ஆல்பா கதிர்கள் (alpha rays) வான மண்டலத்தின் மேற்பாகத்தை அயனிய்பதால் இவ் வடுக்கு உண்டானது என்று நம்புகின்றனர்.

பூமியிலிருந்து சுமார் 80 கைமீகள் வரை காற்று மண்டலத்தில் அடர்த்தி அதிகமாக உள்ளது. சுமார் 10 கைமீகள் வரையில் உயரமுள்ள தூரத்தை டிரோபாஸ்பியர் (troposphere) என்றும், 10 கைமீகள் முதல் சுமார் 80 கைமீகள் வரையுள்ள தூரத்தை ஸ்டிரோடாஸ்பியர் (stratosphere) என்றும் வழங்குவர். இத்தகு மேற்பகுதி அவன மண்டலம் (ionosphere) என்று அழைக்கப்படும். இந்த அவன மண்டலம் E அடுக்கு, F அடுக்கு, G அடுக்கு எனப் பல அடுக்குகளாக ஆனது. அவன மண்டலங்களின் அடர்த்தி மிகமிகக் குறைவாக இருப்பதாலேயே அவற்றின்கூடியும் சூரியன், சந்திரன், மற்ற விண்மீன்கள் ஆகியவற்றைத் தெளிவாகக் காணமுடிகின்றது.

பரப்பிலிருந்து மேலே செல்லும் தீன் அலைகள் (குறைந்த அடுக்கமுடையவை) ஹெலிகைடு அடுக்கில் எதிரொளிக்கப்பட்டு பூமிக்கு வருகின்றன. சிற்றலைகள் (அதிக அடுக்க முடையவை) ஹெலிகைடு அடுக்கைக் கடந்து மேலே சென்று ஆப்பிள்டன் அடுக்கில் எதிரொளிக்கப்பட்டுப் பூமிக்குத் திரும்புகின்றன. இன்னும் சிறிய குற்றலைகள் (ultra short waves) 10 மீட்டருக்கும் குறைவான தீன்முள்ளவை, வினாடிக்கு 80 மைல் சுற்றுகளுக்கும் அதிகமான அடுக்கமுடையவை. இவ் விரை அடுக்கங்களின் ஊடே சென்று விண்வெளியை நோக்கித் தாவுகின்றன. கடைசியாகச் சொல்லப்பட்ட முறை தொலைக்காட்சியிலும் (television) அடுக்கப் பண்பற்ற ஒலிபரப்புகளிலும், தாடசியிலும், விமானத்திற்கும் தலைக்கும் ஏற்படும் தொடர்பிலும், ரேடியோ வழிப்படுத்தலிலும் (radio navigation) ரேடியோ அஞ்சல் சாதனங்களிலும், (radio relays) குறுகிய தூர ரேடியோத் தொடர்புகளிலும் (walkie-talkie) பயன்படுகிறது.

மிகவாத்த அலைகள் பரவுதல். அயன மண்டலத்தைப் பொறுத்துள்ளது என்று இதுவரையும் உற்பவந்நிலிருந்து தெரிய வருகின்றது. எனவே, இம்மண்டலத்தில் ஏற்படும் சில மாறுபாடுகள் அலைகள் பரவுவதற்கு ஊறுசெய்ய வல்லன. அவற்றைப் பற்றிச் சிற்று காண்போம்.

பூமியின் காந்தப்புலத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்களால் உண்டாகும் காந்தப்புலங்கள் அயன மண்டலப் புலங்கள் தோன்றுகின்றன. இவை நிலரேன உண்டாகக் கூடியவை. அயன மண்டலம் திரும்பவும் தன் பழைய நிலையை அடைவதில் சுமார் ஒரு வார காலமாகும். இது சூரியனின் கழற்ற நேரமான 27.3 நாட்களுடன் தொடர்புடையது. அயன மண்டலப் புலவீணும்  $F_2$  அடுக்கின் மேற்பகுதியான  $F_oF_2$  அடுக்கின் போலி உயரம் உயர்த்தும் அடர்த்தி குறைத்தும் விபரீதங்கள் ஏற்படுகின்றன. ஸ்ட்ரோடாக் ரேய் அல்லது D பகுதி அயனி ஆக்கம்பெற்ற அதன் பழங்கு ஏற்படும் கலுதல் அதிகமாகின்றது. எனவே, சிற்றிலப்பகுதி கள் வெறுவாகக் குறுகிவிடும். அயன மண்டலப் புலங்கள் தீவிரமாக இருந்தால் உயரடுக்கப்பகுதி பயன்படாமலே போய்விடும். அலைபரப்புப் பாதைகள் பூமியின் காந்தமுனைக்கு அருகிலிருக்கும் போது அயன மண்டலப் புலங்கள் மிகக் கடுமையாக இருக்கின்றன. இதனால் அலைபரப்புப் பாதைகள் பாதிக்கப்படுகின்றன.

எதிர்மாராத அயன மண்டல இடைபூறுகளால் சில சமயங்களில் 20 முதல் 80 நிமிடங்களுக்கு அதிக அடுக்க வானநிலைப் பரப்பு நிறுத்தப்பட்டுவிடுகின்றது. இந்த நிலைமைகள் சூரியப் புள்ளி திசுத்தசிகள் (sun spot activities) உச்சநிலையில் இருக்கும் போது அடிக்கடி ஏற்படுகின்றது. இவை பூமியின் பகல் நேரப் பகுதியில் (daylight side of the globe) மட்டுமே ஏற்படுகின்றன. அலைகளின் அடுக்கம் அதிகரிக்கும்போது இந்த மறைவுகள் குறைகின்றன.

பால் வழி (milky way) நட்சத்திர மண்டலத்திலிருந்து பூமியை நோக்கி ரேடியோ அடுக்கக் கதிர்கள் வந்துகொண்டே இருக்கின்றன. இவை அதிகமான இரைச்சலை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றைக் இடைபூறுகள் வினாத்தொடர்புமற்றும், இவற்றில் சில வினாத்தொடர்புமற்ற தன்மை தெரிந்துகொள்ளவும் சூரியவீணப்பற்றியும் அயன மண்டலத்திற்கு, சூரியனும் ஏற்படும் பலவினாத்தொடர்பு அறியவும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இவ்வாறு வேறு மண்டலங்களிலிருந்து வரும் ரேடியோ அலைகளைக்கொண்டு அவற்றின் தன்மையை அறிய முற்படும் விஞ்ஞானப் பகுதி



ரேடியோ வானியல் (radio astronomy) என்று அழைக்கப்படுகின்றது.

### வினாக்கள்

1. ராடாரில் பரப்பி, ஏற்படுகின்றன ஏரியக்களால் எவ்வாறு ஆற்றல் வெளியே அனுப்பப்படுகிறது, எவ்வாறு திரும்பவும் பெறப்படுகின்றது என்பதை விளக்குக.
2. பலவித ஆன்டென்னாக்களைப்பற்றித் தொகுத்துவரைக.
3. திசையாற்றல் படம் என்னால் என்ன? கீழ்க்கண்ட ஏரியக்களின் திசை ஆற்றல் படங்களை விளக்குக.

(a) செங்குத்தான ஒற்றை ஏரியல்.

(b)  $\frac{\lambda}{2}$  இடைவெளியில் வைக்கப்பட்டுள்ள இரு ஏரியல்கள்.

(c)  $\frac{\lambda}{4}$  இடைவெளியில் வைக்கப்பட்டுள்ள இரு ஏரியல்கள்.

4. ஓர்ப் ஆன்டென்னாவை விளக்கி அது எவ்வாறு ரேடியோ மூலையில் திசையைக் கண்டுபிடிக்க உதவுகிறது என்பதை விவரி.

5. அயன மண்டலத்தைப்பற்றியும், மிகக்காத்த அலை பரப்பில் அதன் வீணாகுதலையும் விவரிக்க.

6. சிறு குறிப்பு வரைக :

(a) ஏரியல் அணிகள்.

(b) கற்றைகள் பரப்பல்.

(c) தரை அலைகளும், வான அலைகளும்.

(d) அயன மண்டல அடுக்கம்.

(e) அயன மண்டல மாறுதல்கள்.

(f) தாவு தூரம்.

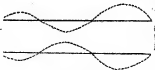
7. 'மலக்குரல் அரிவகன் ராடர் குதறத்த ஞாங்கனில்  
மட்டுமே தொழிப்படமுடியும். ஏனெனில் அவை பூமியின்  
வளைவைப் சின்பற்றிச் செல்வதில்லை.' இதனால் ஏற்படும்  
தன்மை, தீமைகள் யாவை?
8. குதறத்த வேடியோ அடுக்கங்கள், தீண்ட அரிவகன்  
பூமியின் வளைவைப் போட்டி அதில் ஞாந் செல்லக்  
கூடியவை. அவை செல்லக்கூடிய ஞாந் குறுகிய  
அரிவகன் செல்லக்கூடிய ஞாந்நடைமேல் அதிலுள்ளும்,  
வெவ்வேறு அரிவகன் தீளமுள்ள அரிவகன் தோராயமாகச்  
செல்லக்கூடிய பெரும் ஞாந் யாது? இந்தத் ஞாந்  
எவ்வெவ்நடைப் பொறுத்துள்ளது?

## 22. திசை அணிகள்: ஏற்றக் கோணமும் ஏற்றமும்

(Directional Arrays: Bearing and Elevation)

அவன மண்டலத்தைப்பற்றியும், ரேடியோ அலைகளை அனுப்புகின்ற முறையைப்பற்றியும் இதுகளும் பார்த்தோம். அதிக அடுக்கமுள்ள அலைகள் பரப்பினிலிருந்து அனுப்பப்பட்டு இலக்குகளால் எதிரொளிக்கப்பட்டு ஏற்பியின் ஏரியஸ் அடைகின்றன என்றும் கூறினோம். இந்த அத்தியாயத்தில் இன்னுடன் தொடர்புடைய திசை அணிகளைப்பற்றியும் ஏற்றக்கோணம், ஏற்றம் ஆகியவற்றைப்பற்றியும் கவனிப்போம்.

படம் 22.1 க் காட்டப்பட்டுள்ள திறந்த சுற்று ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியின் அமைப்பைக் கவனிப்போம். அதில் மின் டிரெட்டத்தின் நிலையான அலைகளின் (current standing waves) பங்கிட்டு முறை விளக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பியில் எந்த இரு புள்ளி



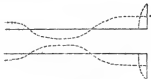
படம் 22.1

திறந்த சுற்று ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பி

களை எடுத்துக்கொண்டாலும் அவற்றில் மின்ட்ரெட்டம்  $180^\circ$  கட்டவேதத்தில் அமைந்துள்ளன. எனவே, இந்தக் கம்பியைச் சுற்றிக் சிறிது தொலைவிலேயே காத்தல்புலம் வலிவீழ்ந்து காணப்

படம். அதனால் கம்பிவிழித்து செல்லுகின்ற ஆற்றல் மிக மிகக் குறைவாகும்.

ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியின் மூலக்கம் படம் 22.2 க் காட்டியபடி செங்கோண வடிவத்தில் பின்பினுக்கி வளைக்கப்பட் டிருப்பதாகக் கொள்வோம்.



படம் 22.2

மூலக் கம்பி வளைக்கப்பட்ட ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பி

வளைக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு பகுதியின் தீளமும் கம்பிவிழுகின்ற கிண்டோட்டத்தில் அலைநீளத்தில் நான்கில் ஒரு பங்காகும். இப்பொழுது வளைக்கப்பட்ட பகுதிவிழுகின்ற நிலைமை கிண்டோட்ட அலைகள் ஒத்த கட்டப்பெறத்தவிரிக்கும். எனவே, கம்பிக்கும் பக்கத்தில் எந்தப் புள்ளியிலும் காத்தப்படி மிக அதிகமாக இடுக்கும். படம் 22.2க் காட்டப்பட்டுள்ள சுற்று. படம் 22.1க் காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றைவிட மாறுபட்டது. எனினும், முத்தைய சுற்றில் ஆற்றல் கிரபமாவதில்லை. சித்தைய சுற்றில் ஆற்றல் செலவாகின்றது. சித்தைய சுற்றில் கிண்டோட்டங்கள் ஒத்த கட்டப்பெறத்தவிரிப்பதாக மிகக் கூந்த அலைகள் உண்டாகப்பட்டு வானவெளியில் அனுப்பப்படுகின்றன. இவ்வாறு இந்த அமைப்பு ஓர் இருமுனை ஏரியலாகச் செயல்படுகின்றது. ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிவிழுகின்ற அலைகளின் தீளம் இருமுனை ஏரியலிலுள்ள அலை களின் தீளத்தையிடக் குறைவானது. எனினும் இருமுனைப் பகுதிவிழித்து ஆற்றல் எதிரொளிக்கப்படுவதற்குப் பதிலாக வானவெளியில் சென்றுவிடுகின்றது. இரு முனைமைச் சரியான முறையில் அமைத்து ஆற்றல் முழுவதையும் வானவெளியில் அலைகளாக அனுப்பிவிடலாம். அப்பொழுது கம்பியில் நிலைமான அலைகள் இருப்பதில்லை. அரை அலைநீளம்க்க ஓர் இருமுனை ஏரியலிலிருந்து வருகின்ற அலைகளின் தீளம். கம்பியில் வளைக்கப் பட்ட பகுதியின் தீளத்தையிடமாக இரு மடங்கிற்கும் அதிகமாகும். எனவே, அரை அலைது காட் அலைநீளக்கணியுடைய எல்லா இரு முனை ஏரியல்களும் ஒரு தோராய அமைப்பிலேயாகும்.

மெருத்தம் (Matching) :

இரு ழூன் ஏரியலில் ஆற்றலாட்டும் கம்பியைச் சரிவான மூறையில் வரம்பிட்டு ஆற்றல் செலுத்தும் திறனை மிக அதிக அளவு உயர்த்தலாம். கம்பியிலிருந்து ஆற்றலை எடுத்து வான வெளியில் அனுப்பும்போது அது ஒரு வரம்பை ஏற்படுத்தித் தூய மின்தடைவாகச் செயல்படுகின்றது. இந்த மின்தடைக்கும் மெய்ச் சுதிர் வீச்சு மின்தடை (radiation resistance) ஆகும். அரை அரிவளை இரு ழூனைக் கம்பிக்கு இதன் மதிப்பு ஏறக்குறைய 75 ஒம்களாகும். இத்தகைய அமைப்பின் மின்தடை நீளத்திற்கு அருகே சுமார் 120 ஒம்களாகும். அவற்றில் ஒரு பகுதி, சுதிர் வீச்சு மின்தடைவாகும். இந்த அமைப்பின் பயனுறுதிறன் (efficiency) ஏரிப்பின் உயரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்கத் தானும் அதிகரிக்கின்றது.

ஏரியலுக்கு ஆற்றலை எடுத்துச் செல்லும் கம்பியை ஊட்டுக் கம்பி (feeder) என்று பொதுவாகக் கூறுவர். ஏரிபலுக்குக் கொடுக்கப்படுகின்ற ஆற்றல், ஊட்டுக் கம்பிக்குக் கொடுக்கப் படுகின்ற ஆற்றலிலிட எப்போதும் குறைவாகவே இருக்கும். ஏனெனில், ஊட்டுக் கம்பியில் சிறிய திறமையான அலைகள் ஏற்போதும் இருந்துகொண்டே இருக்கும். இதனால் ஆற்றல்  $IR$  வீரவயமாகக் கொண்டே இருக்கும். இங்கு  $I$  என்பது மின்னோட்டத் தைதும்  $R$  என்பது ஊட்டுக் கம்பியின் மின்தடைவையும் குறிக்கும். ஊட்டுக் கம்பியிலுள்ள திறமையான அலைகளை தடைமுறையில் முடித்தவரை நீக்கிவிட்டால் ஏரியல் ஊட்டுக் கம்பியுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளது என்ற கூறுகின்றோம். இப்பொழுது மின்னோட்டம் கம்பியில் ஒரே சீராகச் செயல்படுகின்றது. கம்பி பரப்பியின் வெளிவரு இடத்திலிருந்து (output) ஆற்றலை அலை வடிவத்தில் கொண்டுசென்று ஏரிபலுக்குக் கொடுக்கின்றது. இவ்வாறு பரப்பிவுடன் ஏரியலை இணைக்கும்பொழுது ஊட்டுக் கம்பியின் தளம் முக்கியமன்று. ஆகவே, ஏரியலை இசைமீட்பதில் ஊட்டுக் கம்பிக்கு எந்த விதமான செயலுமில்லை.

ஏரியலின் மின் எதிர்மறை ஊட்டுக் கம்பியின் சிறப்பியல்பு மின் எதிர்ப்புக்குச் சமமாகிவினும், அதை இரண்டும் பொருத்தமாக வைக்கப்பட்டுள்ளன என்கிறோம். ராடாரில் பரப்பியிலிருந்து மிக அதிக அளவு ஆற்றல் வெளியே அனுப்பப்படவேண்டும். அப்பொழுது தான் ராடார் சிறந்த முறையில் இயங்குமாறுதலாக. ஊட்டுக் கம்பியும் ஏரியலும் சரிவாகப் பொருத்தப்படவேண்டும். இங்கு இரு முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. ஒன்றில் மின் ஊற்றியும் மற்றதில் கால் அலைநீளப் பொருத்தக் கம்பிகளும் (quarter wave matching lines) பயன்படுகின்றன.

ஒர் அரை அலைநீள இருமுனை ஏரியலிக் (half wave dipole aerial) மின் எதிர்ப்புத் தோராயமாக 75 ஓம்கள் என்று பரீத் தோம். இந்த அமைப்புகளில் ஏரியலியும், ஊட்டுக் கம்பியையும் பொருத்துவது மிக எளிதானது. ஏனெனில், 70 வீர்த்து 80 ஓம்கள்வரை சிறப்பியல்பு மின் எதிர்ப்புடன் உள்ள ஊட்டுக் கம்பிகள் அதிக அளவில் உள்ளன. இவற்றை இருமுனை ஏரியலிக் அமைத்தோடு எதிரொளிப்பாக ஆற்றல் விரயமானதொரு சேர்க்கலாம். மின் கடத்தாப் பொருள்களாக சில ஊட்டுக் கம்பிகளில் ஆற்றல் விரயமானாலும்கூடத் தேவையான அளவு ஆற்றல் இம் முறையில் கிடைக்கின்றது.

ஒர் ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியின் பரப்பிக்கு அருகேயுள்ள முனைகைக் கவனிப்போம். இங்கு வெளிவரு அளவுச் சந்தை அமைப்பாளர்கள், ஏனெனில் ஊட்டுக் கம்பி அதனுடைய சிறப்பியல்பு மின் எதிர்ப்பின் வரையறத்து அமைக்கப்படும். ஆனால், ஊட்டுக்கம்பியை உள்ளிடு அளவில் பொருத்தவேண்டும் என்று தேவையாகும். ஏனெனில், ஏரியலிக் சரிவான வரம்பில் அமைத்து விட்டால் ஆற்றல் கம்பியின்வழியே பரப்பியின் வெளிப்பகுதிக்கு எதிரொளிக்கப்படுவதில்லை. ஆகவே, உட்பகுதியில் ஆற்றல் எதிரொளிப்பு ஏற்பட ஏதுவாகும். பரப்பியில் எந்த முறை இணைப்பைப் பயன்படுத்தவேண்டும் என்பது முக்கியமானது ஊட்டுக் கம்பியை ஏரியலுடன் சரிவான முறையில் இணைக்க வேண்டுமென்பதே முக்கியமாகும். ஊட்டுக் கம்பியைப் பரப்பியுடன் சரிவான முறையில் இணைக்கவேண்டும் என்று கூறுவது ஏரியலிக் ஏற்படுகின்ற சிறு ஆற்றல் எதிரொளிப்புதான் தக்கவே ஆகும்.

**மின்மாற்றி ஏரியல் பொருத்தம் (Transformer aerial matching) :**

சில சமயங்களில் 5000 ஓம்கள் மின் எதிர்ப்பையுடைய ஏரியல்கள் சிறப்பியல்பு மின் எதிர்ப்பு 500 ஓம்வரைவரைய ஊட்டுக் கம்பிகளுடன் இணைப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன. பொதுவாக இது சிறந்த முறைவாக இருந்தாலும் மிக அதிக அடுக்கில் கனிக் ஹடிப்பு பரப்பிகளில் இம் முறை சிறந்த பயனை அளிப்பதில்லை. அதிக மின் எதிர்ப்புடைய ஏரியல்க்குறைத்த மின் எதிர்ப்புடைய கம்பியுடன் இணைத்து ஊட்டுக் கம்பியின்வழியே மின்னோட்டத்தை அளக்கும்போது வாக அலை நீளங்களில் மின்னோட்டப் பெருமளும் சிறுமளும் காணப்படும். பெருமத்திற்கும் அடுத்துள்ள சிறுமத்திற்கும் உள்ள தகவு ஏரியல் மின் எதிர்ப்பிற்கும் ஊட்டுக் கம்பி மின் எதிர்ப்பிற்கு முள்ள தகவுக்குச் சமமாக இருக்கும். ஊட்டுக் கம்பி நீளமாக இருந்தால் கனிக்

யான அளவு ஆற்றல் வீணாகும். மின்னழுத்தம் அதிகமாகவுள்ள இடங்களில் கசிவு ஏற்படும். இருத்தபொழுதிலும், ஊட்டுக் கம்பியின் ஏரியல் முனைக்கருகே ஒரு மின்மாற்றியை வைத்தால்,

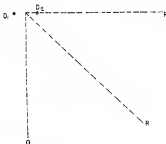
$R^2$  ஏரியல் மின்னெதிர்ப்பு = ஊட்டுக்கம்பி மின்னெதிர்ப்பு

என்றும், இப்பொழுது இணையான பொருத்தம் ஏற்படும். இத்தப் பத்தியின் ஆரம்பத்தில் சொல்லப்பட்ட மேற்கோளை எடுத்துக்கொண்டால் மின் மாற்றுக் கருவியின் தகை  $\sqrt{10:1}$  என்றும்.

தடை முறையில் மிக அதிகமாகக் கால் அலைநீளப் பொருத்துக் கம்பியே பயன்படுகின்றது. இதில் இரு திணைமையான உலோகக் குழாய்கள் உள்ளன. அவற்றின் திணை கால் அலை நீளத்திற்குச் சமமாகும். முனைகளில் மின்கடத்தாப் பொருள்களால் இத்தக் குழாய்கள் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தகைய கம்பியின் சிறப்பியல் மின்னெதிர்ப்பை மிகத் துல்லியமாகக் கணக்கிடலாம். 100 கிருத்து 800 ஒங்குகளையுடைய சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்புக் கம்பிகள் எளிதாகச் செய்யப்படுகின்றன. இதில் ஏரியலைப் பொருத்தும்போது கம்பியின் நீளத்தில் நான்கில் ஒரு பகுதி மின்னெதிர்ப்பு மின்மாற்றியாக (impedance transformer) இயங்குகின்றது. இவ்வாறு ஒரு கம்பியில்  $RK$  என்பது சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்பாகவும்,  $ZK$  ஏரியல் மின்னெதிர்ப்பாகவும் இருத்தால் இத்த அமைப்பு நன்றாக இயங்குவதற்குக் கால் அலைப்பொருத்த அமைப்பின் சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்பு ( $Z_i$ ) என்பது  $Z_i = \sqrt{RK \cdot ZK}$  என்ற சமன்பாட்டினால் பெறப்படுகின்றது.  $ZK$  யின் மதிப்பு கணிசமான அளவாகவும், ஆனால்  $RK$  யின் மதிப்பையவிடக் குறைவாகவும் இருக்கும்பொழுது இத்தகைய பொருத்துக் கம்பியை எளிதில் அமைக்கலாம். காட்டாக 800 ஒங் ஊட்டுக்கம்பியை 80 ஒங் ஏரியலுடன் இணைக்கும்பொழுது  $Z_i$  க் மதிப்பு =  $\sqrt{800 \times 80} = 200$  ஒங்கள் ஆகும். ஆனால்  $ZK$  யின் மதிப்பு  $RK$  யின் மதிப்பையவிட மிக அதிகமாக இருக்கும் பொழுது கால் அலைநீளப் பொருத்த அமைப்பைச் செய்வது கடினமாகும். இதைத் தவிர்த்த இரண்டு கால் அலைநீளக் கம்பிகளைத் தொடர்வினைப்பு முறையில் இணைக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக 800 ஒங் ஆற்றல் பொருத்தும் கம்பியை 8000 ஒங் ஏரியலுடன் இணைக்க, பொருத்த மின்னெதிர்ப்பு =  $\sqrt{800 \times 8000} = 1881$  ஒங்களாகும். இணைக்கப்படுகின்ற இத்த மதிப்பைப் பெறுதலும் இயலாத காரியம். எனவே, ஏரியலின் மின்னெதிர்ப்பை அதை ஒரு 800 ஒங் ஊட்டுக்கம்பியுடன் இணைத்துக் குறைக்கலாம். அப்போது அதன் மின் எதிர்ப்பு 80 ஒங்

ஆகியும், சிறகு 158 ஓம் உள்ள கால் அலை நீளக்கம்பியை 500 ஓம் ஊட்டுக்கம்பியுடன் பொருத்தலாம். எனின்  $\sqrt{500 \times 50} = 158$  ஓம்கள். இது எனினில் கிடைக்கக்கூடியது. மேலே கண்ட அமைப்பை சிவ்ஜோக்கிச் செங்கோணத்தில் வரைக்கப்பட்டுள்ள இரு மூளை ஏரியலில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஊட்டுக் கம்பியைச் சரியான புள்ளியில் இணைப்பதன்மூலம் இதைப் பெறலாம்.

திசையாற்றல் படங்களைப்பற்றிச் சென்ற அத்தியாயத்தில் விவரமாக கூறினோம். ஒர் ஒற்றை ஏரியலின் திசையாற்றல் படம் வட்டமாக இருக்குமெனவும் எல்லாத் திசைகளிலும் ஆற்றலைச் சமமாகப் பரப்புகெனவும் கண்டோம். இரண்டு ஏரியல்களை  $\frac{\lambda}{2}$  இடைவெளியில் வைத்து அவற்றுக்கு உணர் மூட்டினால் அவற்றின் திசையாற்றல் படம் 8 வடிவத்தில் இருக்குமெனவும் பார்த்தோம். பல ஏரியல்களை இணைத்தால்



படம் 22.8

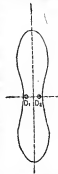
இரு செங்குத்தான இரு மூளை ஏரியல்கள் —  $\lambda/2$  தூரம்

ஒர் ஏரியல் அணி (array) கிடைக்கின்றது; ஏரியல் அணியில் பல இரு மூளை ஏரியல்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் ஆற்றலைக் குவிக்கும்படி அமைக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றிற்கு இடையே வுள்ள தூரமும், அவற்றில் செல்லும் மின்னோட்டங்களின் கட்ட வேறுபாடும் நகுத்தவாறு அமைப்பெண்டும். ஏரியல் அணியில் இரு வகைகள் உண்டு. ஒன்று அச்சக்கோட்டு முறை (end fire)



இரண்டாவது நடுக்குத்துக்கோட்டு முறை (broad side) ஆகும். அச்சக்கோட்டு முறையில் ஆற்றல் ஏரியல் அணியின் நோக்க கோட்டிலேயே செலுத்தப்படுகின்றது. இங்கு ஏரியல்கள் ஒரே கட்டப்பேதத்தில் உணர்வூட்டப்படுவதில்லை, நடுக்குத்துக்கோட்டு முறையில் ஆற்றல் ஏரியல் அணிகளைச் சேர்க்கும் கோட்டிற்குச் செங்குத்தான திசையில் குவிக்கப்படுகின்றது. இங்கு ஏரியல்கள் ஒரே கட்டப்பேதத்தில் உணர்வூட்டப்படுகின்றன.

அதாவது அலைநீளத்தால் பிரிக்கப்பட்டுள்ள இரு செங்குத்தான இரு முனை ஏரியல்களைக் கவனிப்போம் (படம் 22.3). இரண்டு ஏரியல்களிலும் ஒரே கட்டப்பேதத்திலுள்ள ரேடியோ அடுக்க மின்னோட்டங்கள் செல்லுகின்றன. ஏரியல் அணியின் அச்சக் கோட்டில் தொலை தூரத்திலுள்ள  $P$  என்ற புள்ளியையும் ஏரியல் அணிகளின் நடுக்குத்துக் கோட்டில் தொலைதூரத்திலுள்ள  $Q$  என்ற புள்ளியையும் கவனிப்போம். அணிகளின் மையத்திலிருந்து  $P$ ,  $Q$  ஆகியவை ஒரே தூரத்திலுள்ளன.  $P$  என்ற புள்ளியில்  $D_1$  என்ற ஏரியலில் உள்ள மின்னோட்டத்தினால் உண்டாகும் புலம்  $D_2$  என்ற ஏரியலில் உள்ள மின்னோட்டத்தினால் உண்டாகும் புலத்திற்கு  $180^\circ$  கட்டப் பேதத்திலிருக்கும். எனவே,  $P$  என்ற புள்ளியில் புலம் சுழியாகின்றது. ஆனால்,  $Q$  என்ற புள்ளியில் இரண்டு ஏரியல்களிலுள்ள மின்னோட்டத்தினால், உண்டாகும் புலங்களின் தொகுப்பை ஒர் ஏரியலிலுள்ள மின்னோட்டத்தினால் உண்டாகும் புலமென்போல் இரு மடம் காரும்.  $R$  என்ற ஏதாவது ஒரு புள்ளியில் இந்த இரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட ஒரு நிலையே நிகழ்கின்றது.  $D_1$  என்ற ஏரியலிலுள்ள மின்னோட்டம்  $D_2$  விழுகின்ற மின்னோட்டத்தை விடக் கட்டப்பேதத்தில் சிந்தனாவே மாறுபடுகின்றது. ஆகவே,  $R$  என்ற புள்ளியில் சிந்தனையு காத்தற்புலம் உண்டு. இந்த இரண்டு பரப்பி ஏரியல்களுக்குமான திசைவாற்றல் படம் 22.4 க் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.



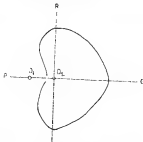
படம் 22.4

$\lambda/2$ -தூர இடைவெளியில் இரு முனை ஏரியல்களின் திசைவாற்றல் படம்

இங்கு  $R$  க் உருவம் நகர்த்தப்படுகின்றதைக் காணலாம்.  $D_1$ ,  $D_2$  க்குச் செங்குத்தான திசையில் பெருமளவு ஆற்றல் வீசப்

படுகின்றது. அணிமீள் ஏரியங்களின் எண்ணிக்கையை அதிகரித்தும், இதன் விளைவுகளைச் சீர்படுத்தியும் மீள்காத்த அமைகிற ஒரே திசையில் வெளுவாகக் குளிக்கலாம்.

கால அலை நீளத்தாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ள இரு செங்குத்தான ஏரியங்களைக் கவனிப்போம். அவற்றில் செல்லும் மின்னோட்டங்கள் ஒரே அளவினவாகவும்  $90^\circ$  கட்டவேதத்திலும் இருக்கட்டும்; படம் 22.5 க் கு என்ற புள்ளியினால் ஒருவருக்கு இரண்டு ஏரியங்களிலுமிருந்து உண்டாகின்ற புலங்களின் தொகுப்பின்



படம் 22.5

$\lambda/4$  - இடைவெளியில் இரண்டு இருமுனை ஏரியங்களின் திசையாற்றல் படம்

ஒர் ஏரியிலிருந்து உண்டாகும் புலிணைப்பாக இரு மடங்காகும். ஏனெனில்  $D_1$  லிருந்து ஆற்றல்  $D_2$  கவனிடக் கால அலைவு நேரம் முன்னதாகக் கிளம்பினாலும், இரண்டு ஏரியல்களுக்கு இடையேயான தூரம் அவற்றிற்கு இடையேயுள்ள கட்ட வேதத்தை ஒரே மாதிரியாக்கிவிடுகிறது. ஆகவே, ஆற்றல்கள் ஒன்றோடொன்று கூட்டு முறையில் இயங்குகின்றன. ஆனால்  $P$  என்ற புள்ளியில்  $D_1$ ,  $D_2$  ஆகியவற்றிலிருந்து வரும் ஆற்றல்  $180^\circ$  கட்டவேதத்திலிருப்பதாக அவை ஒன்றையொன்று அழித்துவிடுகின்றன. ஏனெனில்  $D_2$  லில் ஆற்றல்  $D_1$  க்கு  $90^\circ$  கிளையும் கிளம்பி  $D_1$  ஐ அடைவதில் மேலும்  $90^\circ$  இழக்கின்றது.  $R$  என்ற புள்ளியில் புலங்களின் செறிவு ஒர் ஏரியினால் உள்ளதைப்போல்  $\sqrt{2}$  மடங்காகும். ஏனெனில்  $D_1$ ,  $D_2$  ஆகிய

வற்றிலிருந்து  $90^\circ$  கட்டப்பெறத்தக்க கிளம்பும் ஆற்றல் வெக்டர் (vector) மூன்றாவில் உருவிகின்றன. இத்தகைய அளவிற்குத் திசை மாற்றம் படம் ஒரு காட்டியாய்வு (analysis) ஆகும். இத்தகைய அமைப்பின் திசையில் விளைவை ஏரியல்களின் எண்ணிக்கையை அதிகரிப்பதன்மூலம் அதிகரிக்கலாம்.

படம் 22.5-ல் காட்டியவாறு இரு ஏரியல்களை அமைக்கும் போது இரண்டிற்கும் கிளர்ச்சியூட்ட வேண்டுமென்று தேவை விலாவி.  $D_1$  க்கு நேரடியாகக் கிளர்ச்சியூட்டுவதாகவும்  $D_1$  க்கு கிளர்ச்சியடைபுச் செய்வதில்லை என்றும் கொள்வோம்.  $D_1$  யினால்  $D_2$  -ல் உண்டான புலம்  $D_2$  -ல் உண்டான புலத்தின் பகுதியில்  $90^\circ$  மீள் தங்கி இருக்கும். ஏனெனில், இரு ஏரியல்களுக்கும் இடைப் பட்ட தூரம் கால அலைநீளமாகும். இந்தப் புலத்தினால்  $D_1$  க்கு ஆற்றலூட்டப்படும். எனவே,  $D_1$  அதிர்வீச்சு மூன்றாவில் ஆற்றலை வெளியே செலுத்தும். இது லென்சின் விதிப்படி (Lenz's Law) தூண்டப்பட்ட புலத்தை எதிர்க்கும். எனவே,  $D_1$  ஆல்  $D_2$  விளைவின புலம்  $D_2$  ஆல்  $D_1$  -ல் உண்டான புலத்தோடு  $180^\circ$  மூன்றுக்கிச் செல்லும். இவ்வாறு இந்த அமைப்பு  $D_2$  வைவிட  $90^\circ$  மூன்றுக்கிச் செல்லுமாறு உணர்வூட்டப்படுவதாக அமைகிறது. இவ்வுள்ள நிலைமையும் இரண்டு ஏரியல்களும் உணர்வூட்டப்பட்டுள்ள மூத்தைய நிலைமையும் ஒன்றுகளே காண்கின்றன. எனவே, திசைமாற்றம் படம் மறுபடியும் ஒரு காட்டியாய்வு வடிவியேயே அமைகின்றது. ஏரியல்  $D_1$  ஒரு எதிரொளிப்பான் (Reflector) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இரு ஏரியல்களுக்கு இடையேயுள்ள தூரத்தைச் சரியாக ஒரு கால அலைநீளத்திற்கு வைப்பதற்குப் பயிதாக எதிரொளிப்பானின் தூரத்தைச் சிறிது அதிகமாகக்கூறும் விளைவுகள் சிறிது காணப் படுகின்றன.

இருமுனை ஏரியல்களிடச் சிறிது தீனம் குறைத்த கடத்தியை ஏரியலுக்கு மூன்று கால அலைநீள தூரத்தில் வைத்தால் திசையிலல் விளைவு மேலும் அதிகரிக்கின்றது. இதற்கு இயக்கு வான் (director) என்று பெயர். இதன் தீனமும் தூரமும் தடை மூன்றாவியேயே காணப்படவேண்டும்.

பெரிய உலோக எதிரொளிப்பான்களைப் பயன்படுத்தியும் திசையிலல் விளைவுகளை உண்டாக்கலாம். பரப்பி ஏரியலிலிருந்து, துருவு விளக்கிலிருந்து ஒளி அனுப்பப்படுவதைப் போல ஆற்றல் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் இந்த உலோக எதிரொளிப்பான்களால் அனுப்பப்படுகிறது. இந்த ஆற்றல் ஓர் ஏற்பியில் ஏற்கப்பட்டு,

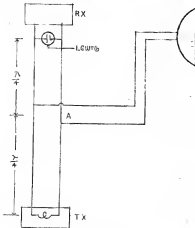
அதன் ஏரியைக் குவிக்கப்படுகின்றது. இத்தகைய எதிரொளிப்பான்கள் தாயிரத் தகடுகளானோ அல்லது தாயிரக் கம்பி வளைகளானோ அல்லது சில சமயங்களில் மூலம் பூசப்பட்ட இரும்புக் கம்பிகளானோ செய்யப்படுகின்றன.

இத்தகுதர, அலைகளின் நீளத்தோடு ஒப்பிடும்போது எதிரொளிப்பானின் பரிமாணம் பெரியதாக இருக்கும்போது மட்டும் பயன்படுக. ஆகவே, வெகு உயர்வருக்கச் சாதனங்களில் மட்டுமே இது பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இத்தகைய எதிரொளிப்பானிலிருந்து அனுப்பப்படும் அலைகள் சாதாரண ஒளியை அலைகளாக அடிக் விரிவடைந்து செல்லுகின்றன. ஆகவே, சிறிது தொலைவிற்குப் பிறகு ஒளியைப் போலவே குறுக்கீட்டுப் (interference) பெருமங்களும், (maxima) குறுக்கீட்டுச் சிறுமங்களும் (minima) தோன் றுகின்றன. இத்தகுதரையில் கையத்திக் அதிர்வடையுள்ள கந்தையும் அதைச் சுற்றி வளையங்களாகக் குறைந்த ஆற்றலுள்ள கந்தையையும் செயல்படுகின்றன. முக்கியக் கந்தையின் பொதித்துள்ள ஆற்றல் எதிரொளிப்பானின் பரப்பிற்கு நேர்விசிறத்திலும் அலை நீளத்தின் இருமடிக்கு எதிர்விசிறத்திலும் உள்ளதென்று திருபிக்கலாம். மேலும், திசையில் விளைவு பரவலைய அமைப்பின் (Paraboloid) ஆரத்திற்கு நேர்விசிறத்திலும் அலைநீளத்திற்கு எதிர்விசிறத்திலும் உள்ளதென்று திருபிக்கலாம். ஒரு பெரிய எதிரொளிப்பானும் குறுகிய அலைகளையே சிறந்த திசையில் விளைவுகளைப் பெறுவதற்கு வேண்டிய வகைகளாகும்.

கால் அலைநீளக் கம்பியைப் பயன்படுத்தும் ஒரு விவரத்தகு சாதனத்தையுடைய ஒரு சிறிது இங்குக் கூறலாம். இது ஒரே ஏரியை மின்சாரத் துறைகளைப் பரப்புவதற்கும், அவை இலக்கினால் எதிரொளிக்கப்படுகின்றபோது அவற்றைப் பெறுவதற்கும் பயன்படுகின்றது. இதனுடைய அமைப்பு படம் 22.8 க் கொடுக்கப் பட்டிருக்கின்றது. பரப்பி ஆற்றலை வெளியே அனுப்பும்பொழுது ஏற்கைய ஏரியிலிருந்து துண்டி விடுவதும், ஒரு கைக்கிரை வினாடிக்குள், ஆற்றல் இலக்கினால் எதிரொளிக்கப்பட்டு வரும் பொழுது பரப்பினையத் துண்டித்து ஏற்கைய ஏரியினுடன் இணைப்பதும் சாடலியையே மிகவும் விவக்கிதக்கதும் மிகவும் ஆச்சரியமான ஒரு கண்டுபிடிப்பாகும். இதற்கு T. R. சுவிட்ச் (T. R. switch) என்று பெயர்.

படத்தில் பரப்பியின் இணைப்புச் சுருளும் ஒரு டயோடு மின்னூதனும் ஏரியை மட்டும் கம்பியிலிருந்து கால் அலைநீள துறத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. பரப்பி ஒயிலிருக்கும்போது

பரப்பின் இணைப்புக் கம்பியும், அதனுடன் இணைந்துள்ள கால் அலைநீளக் கம்பியும்  $A$  யில் தோன்றும் காலககளுக்கு எகவியற்ற எதிர்ப்பைக் கொடுக்கின்றன. எனவே, இந்தச் காலககக் ஏற்றிக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. அவற்றை



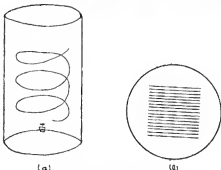
படம் 22.6  
T. R. கவிட்ச

மிகுமூலம் எந்த விதத்திலும் செயற்படுத்துவதில்லை. பரப்பித் துடிப்புக்களை அனுப்பும்போது மிகுமூலம் இயங்கி அதனால் உள்ளவாய் திறமையான மூலையில் குறுக்குச் சுற்று விளைவை உண்டாக்குகின்றது. இது ஏற்பிவின் உச்சிக்கு கம்பியில் நிகழுகின்றது. ஆகவே, இந்தக் கம்பி  $A$  என்ற புள்ளிக்கு எகவியற்ற மிகுமூலிப்பைக் கொடுத்து ஆற்றலை ஏரியல் அணிக்கு அனுப்புகின்றது.

ஏற்றத்தைப்பற்றிக் கூறும்பொழுது ஏற்றக் கோணத்தை எவ்வாறு அறிவதாம் என்பதுபற்றி முன்பே கருதுகவாகக்

கூறியிருக்கின்றோம். இங்கு ஒரு நிதையான ஈரியல் வேகமாகச் சுழற்றப்பட்டு அதைச் சுற்றியுள்ள பருதி வரிகளையெழுட்ட முறைகளில் (winding) நன்கு கத் துருவிப் பரீக்ஷப்படுகின்றது. இவற்றின் தூரமும் இருப்பிடமும் விசையின் அறிவுப்படுகின்றன. இதற்கு ஓர் எதிரியின் கதிர்க்குழாயும் ஆரக்கால் வடிவம் (radial line base) பயன்படுத்தப் படுகின்றன என்றும் கூறினோம். மேலே சொல்லப்பட்ட முறைகளில் இவற்றின் தூரமும் ஏற்றக் கோணமும் ஒரேசமவத்தில் அறிவுப்பட்டாலும் அவை விசை துள்ளியமாக அளக்கப்படுவதில்லை. இத்தகைய அளம்பல்கள் இவற்றுக்களின் தோராயமான தூரங்களையும் மூலக் கூட்டியே அறிவிப்பது ஒன்றே அதன் சிறந்த பயனாகும். இவற்றை அடிப் படைபாக்கக்கொண்டு மிகத் துள்ளியமாக அளக்கக்கூடிய கருவிகள் பிற்காலத்தில் உபயோகத்திற்கு வந்தன.

மேலே சொல்லப்பட்ட முறைகளில் ஒன்றுதான் 'செலிகல்' (helical) வரிக் கையெழுட்டமாகும். இந்த முறைகளில் சுற்றை ஒரே சீராகக் கிடைமட்டத்தில் சுற்றப்படுகின்றது. அநேகசமவத்தில்



படம் 22.7

செலிகல் வடிவ வரிக் கையெழுட்டம்

சுற்றை, செங்குத்துத் தளத்தில் குறைந்த அடுக்கத்தில் வான் ஆக வடிவத்தில் அமைவதுகின்றது. நிலையம் ஒரு செங்குத்தான தளத்தினால் குழப்பட்டிருந்தால், சுற்றையின் ஓரங்கள் ஒரு

சூரியன் வடிவத்தை மேலும் கீழுமாக அமைக்கும். இது படம் 22.7 (a) க் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இந்த அமைப்பில் எதிர்மீன் கதிர்களுமையின் இரக வடிவம் செயற்படும். கிடைமட்டத்திலும் செங்குத்துத் தளத் திலும் ஏற்படும் கற்றையின் இடப்பெயர்ச்சி ஏரியல் விரவுக்கு (acrial wave) நேர்விசிறத்திலிருக்கும். தொலைக்காட்சியில் கொடுக்கக்கொண்டு உருவம் அமைக்கப்படுவதைப்போல இங்கும் ஒளித்திரையில் இலக்கு குறிக்கப்படுகின்றது. எதிரொளிக் கப்பட்ட ஒரு காதக ஏற்பிதய அமைப்பும்போலது ஒளிப் பொட்டு பிரகாசமடைந்து படம் 22.7 (b) க் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் தெரிகின்றது.

எந்த வரிக்கண்ணோட்ட முறையிலும் குறிப்பிட்ட கற்றையின் அமைத்திற்கு ஒரு விஞ்ஞானிக் ஏற்படும் இடப் பெயர்ச்சி கற்றையின் ஒரு நிலைக்கு ஒரு துடிப்பாவது வெளியேறு மாறு அமைப்பவேண்டும். நாடார் தன்கு செயற்பட, அது அதிக அளவில் அனுப்பப்படவேண்டும். அதிக நீண்ட ஒய்வு நேரமும் கற்றை மெதுவாகச் சுற்றுவதும் அடிப்படத்தேவைகளாகும்.

தடைமுறையில் ஏரியல் அனீயிலிருந்து எவ்வளவு திறமை யாகக் காதககளை ஒரே நிசாயில் அனுப்பி அவற்றைத் திருக்கப் பெற்றாலும்கூட காதககளின் நிசாயிலிருந்துமட்டும் இலக்கின் ஏற்றக்கோணத்தை அறியமுடியாது. ஆகும், கற்றையை

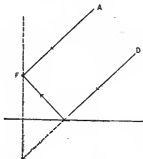


படம் 22.8  
யாகி ஏரியல்கள்

மேலும் கீழுமாகச் சிந்தி அலைவித்து, முழு அமைப்பையும் நல்ல பயன் ஏற்படும் வகையில் சுழற்றினால் ஏற்றக் கோணத்தைத் துல்லியமாக அளக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாகப் படம் 22.8 க் காட்டியபடி இது யாகி (Yagi) ஏரியல்களை அருகருகே வைத்தால் நிசாயாந்தரப் படம், படத்தில் காட்டியவாறு அமைவும்.

கற்றறையப் பக்கவாட்டில் அமைத்துத் தேவையான பலனைப் பெறலாம். இலக்கு  $AB$  என்ற நேர்க்கோட்டில் இருக்கும்பொழுது சிறத்த பயன் ஏற்படும். பக்கவாட்டில் அமைப்பதற்குப் பதிலாகக் கற்றறைய மேலும் கீழும் அமைத்து ஏற்றத்தையும் கணக்கிடலாம்.

இலக்கின் ஏற்றத்தைத் துல்லியமாக அளப்பதற்கு ஏற்பீயின் ஏரியல்களுக்கு அருகே தரையிலிருந்த அலைகள் எதிரொளிக்கப் படும் ஒற்றறையையும் தனிக் குறித்திருக்கவேண்டும். ஓர் ஏரியல் அணியின் இயக்கு திறன் அதன் கீழ்ள்ள தரையின் அமைப்பைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றது. தரை ஒரு சிறத்த கடத்தியாகவும் ஒரு மின் ஆடி (electrical mirror) யாகவும் இயக்கிச் சாசககளை எதிரொளிக்கின்றது. தொலைவிலுள்ள ஓர் இலக்கிலிருந்து சாசககளை எதிரொளிக்கப்பட்டு ஏரியலை நோக்கியாகவும் ( $AF$ ) தரையிலிருந்து எதிரொளிக்கப்படும் ( $OF$ ) அமைகின்றன. படம் 22.9 க் இது விளக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 22.9

இலக்கின் ஏற்றத்தை அளவிடுதல்

ஓர் அலைகளைப்போவலே, தரையிலிருந்து எதிரொளிக்கப் படும் ஒலிவொரு கதிருக்கும் வீங்கோணமானது படுகோணத்திற்குச் சமமாகும். எனவே, தரையை  $80^\circ$ -யில் தொடுகின்ற ஓர் அலை தரையிலிருந்து மேல்நோக்கி அதே  $80^\circ$ -யில்



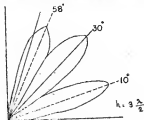
எதிரொளிக்கப்படுகின்றது. தரையில் எதிரொளிப்பு ஏற்படும் போது ஒரு கட்டபேத மாறுபாடு உண்டாகின்றது. ஏரியில் அணியின் இருப்பிடத்தைப் பொறுத்தும், அவற்றின் உயரம், தன்மை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தும், தரையின் இயல்பைப் பொறுத்தும் தரையிலிருந்து எதிரொளிக்கப்படும் அலைகள் ஏரியில் தோடியாக அடைபடும் அலைகளுடன் ஒன்று சேருகின்றன. தரைக்குமேல் ஏரியிலிருப்பதைப்போல, அதே தூரத்தில் தரைக்குக் கீழே ஏரியின் பிம்பம்(image) இருப்பதாகக் கருதலாம். உண்மையான ஏரியிலும் அதன் பிம்பத்தையும் கட்டபேத மாறுபாட்டில் கிளர்ச்சிபெட்டலாம். அதாவது தரைகளை ஏரியில் படைபடும்பொழுது அவை 180° கட்டபேத மாறுபாட்டிலிருக்கு மாறு அவற்றின் அலைப்பாதைகள் வித்தியாசமடைவதோடு செய்யலாம். வேறு சில நிலங்களில் அவை ஒத்த கட்டபேதத்திலிருக்கும். இன்னும் சிலவற்றில் இவை இவ்விரு நிலைகளுக்கிடையே இருக்கும். இவ்வாறு தரையானது இலக்கினால் எதிரொளிக்கப்படும் தரைகளின் செறிவைச் சில கோணங்களில் அதிகப்படுத்தவும், சிலவற்றில் குறைக்கவும் செய்கின்றது.

பின்வாங்கி அலைகள் உண்மையிலேயே தரையின் மேற்பரப்பினால் எதிரொளிக்கப்படுவதில்லை. அலைகளை எதிரொளிக்கின்ற தளம் பூமியின் பரப்பிற்குச் சில அடிகள் கீழே இருக்கும் ஏற்றங்களின் அளப்பதில் ஏற்படும் பிழைகளைத் தவிர்ப்பதற்காக ஏரியிலுள்ளதே தரையை மூலம் பூசப்பட்ட கம்பிகளால் மூடுவார்கள். இந்தமைய கம்பித் திரை (metal screen) ஏற்பியின் ஏரியிலிருந்து பல அலைநீளங்கள் தூரத்திற்கு இருக்கவேண்டும். ஏரியங்களின் உயரத்தை இந்தத் தரையிலிருந்து அளக்க வேண்டுமெய்யானது தரையின் உண்மையான பரப்பிலிருந்து அளக்கலாகாது.

அரை-அலைநீளமுள்ள இரு மூளை ஏரியில்க் கிடையட்டத்தில் பவப்படுத்தும்போது உயரத்தினால் ஏற்படுகின்ற வளைவுகள் படம் 22.10 க் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் ஏற்பியில் வருகின்ற திசையாற்றல் படங்கள் இரு மூளை ஏரியங்களின் கோட்டுக்குச் செங்குத்தாகக் காட்டப்பட்டுள்ளன.

கீழ்தோக்கி வருகின்ற தரைகளின் ஏற்றத்தை நினைவிடப்பதில் சில அடிப்படையான உண்மைகளாவன: 1. ஓர் அமைப்பில் பல அரை - அலைநீள கிடையட்ட ஏரியங்கள் ஒன்றின்மேல் ஒன்றாகச் செங்குத்தாக வைக்கப்பட்டிருத்தால், கீழ்தோக்கி வருகின்ற ஒரு தரையை அவற்றை ஒத்த கட்டபேதத்திலோ,

அவ்வது கட்டபேத மாறுபாட்டிலே கிளர்ச்சியுட்டும். 2. வெவ்  
வேறு உயரங்களில் வைக்கப்பட்டுள்ள இத்தகைய இரு ஏரியல்  
களைக் கவனித்தால் கீழ்தோக்கி வருகின்ற ஒரு சைகை அவற்றிற்கு



படம் 22.10

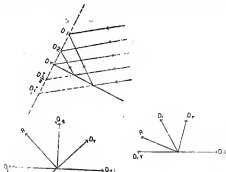
உயரத்தினால் ஏற்படும் விளைவுகள்

வெவ்வேறு மூலையில் கிளர்ச்சியுட்டும். இத்தக கிளர்ச்சியுட்டும்  
மூலை அவற்றின் செங்குத்துத் தள திசைவாற்றல் படங்களைப்  
பொறுத்திருக்கும். அவற்றில் உண்டாகும் நிலையான அலைகளின்  
விச்சைகள் கீழ்தோக்கி வருகின்ற சைகையின் கோணத்தைப்  
பொறுத்தவையாம்.

மேலே கூறப்பட்டவற்றில் முதலாவதைக் கவனிப்போம்.  
படம் 22.11 க்  $D_1$ ,  $D_2$  என்பன கிடைக்கட்ட அரை - அலைகள்  
இருமுனை ஏரியல்களாகவும், அவை ஒன்றன்மீது ஒன்றாக  
வைக்கப்பட்டுள்ளன. இரண்டும் தோராயமாக வருகின்ற கதிர்  
களினாலும் தளையில் எதிரொளிக்கப்பட்டு வருகின்ற கதிர்  
களினாலும் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

$D_1$ ,  $D_2$  ஆகியவற்றில் ஏற்படுகின்ற கட்டபேத நிலைகளை  
உரை  $Dr$  என்ற ஒரு மேற்கோள் (reference) இருமுனை ஏரியலை  
எடுத்துக் கொள்வோம். அத்த மேற்கோள் இருமுனை ஏரியல்  
தளையில் பதிக்கப்பட்டிருப்பதாகவும், தோராயமாக வருகின்ற கதிர்  
அதற்கு உணர்வுபட்ட மூடியும் என்றும் கொள்வோம். இத்த  
மேற்கோள் இருமுனைகளில் தூண்டப்பட்ட மின் அழுத்தம்  $Dr$  என்ற  
வெக்டரினாலும் குறிக்கப்பட்டும், மீறகு தோராயக்கதிர்  $Dr$  க்கு  
மூன்றாம்  $D_1$  க்கு உணர்வுபட்டுகின்றது. எனவே,  $D_2$  என்ற  
வெக்டர் பெறப்படுகின்றது. மீறகு எதிரொளிக்கப்பட்ட கதிர்

எதிரொளிப்பினால் ஏற்படும் கட்டபேதத்தை ஒதுக்கிவிட்டால்  $D_1$  க்கு உணர்வுபட்ட  $Dr$  க்கு அதே அளவில் நிகழ்வுகின்றது. எனவே,  $D_2$  என்ற வெக்டர் பெறப்படுகின்றது. தளரவிடுத்து எதிரொளிப்பு ஏற்படும்போது  $180^\circ$  கட்டபேதம் உண்டாவதால்



படம் 22.11

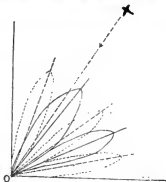
$D_2$  வையும் படத்தில்  $D_2'$  வைப் பெறத் திருப்பவேண்டும்.  $D_1$  வின் தொகுப்பைக் கிளர்ச்சி  $R$  என்ற வெக்டாரினால் பெறப்படுகின்றது. இது  $D_1$ ,  $D_2'$  ஆகியவற்றின் வெக்டோரியல் கூட்டித்குச் சமமாகும். இது  $Dr$  க்கு  $90^\circ$  ழுன்னால் செல்லுகின்றது.

இரு ழுவை ஏரியல்  $D_1$  க்கும் இதேமாதிரி வெக்டர் படம் வரைவலாம். ஆனால்,  $D_1$ ,  $Dr$  க்கு இடைமேயும்  $D_1$ ,  $Dr$  இவற்றிற்கு இடைமேயுமுள்ள கோணங்கள் அதிகரிக்கும். மீண்டும் தொகுப்பைக் கிளர்ச்சி  $Dr$  என்ற வெக்டாருக்கு  $90^\circ$  ழுன்னால் செல்லும். ஆகவே,  $D_1$ ,  $D_2$  ஆகியவை ஒத்த கட்ட பேதத்தில் கிளர்ச்சியுட்படும்.

இப்போது  $D_1$  என்ற வெக்டர்,  $Dr$  என்ற வெக்டாருக்கு  $180^\circ$  க்கு மேல் ழுன்னால் செல்லும்வரை  $D_1$  ன் உயரத்தை அதிகரித்தால்  $D_1$  ன் தொகுப்பைக் கிளர்ச்சி  $Dr$  க்கு  $90^\circ$  பின்னால்

இருக்கும். எனவே,  $D_1$  க்குக் கட்டவேண்டிய மாதிரியைக் கொடுத்தும், இப்போது  $D_1, D_2$  ஆகியவற்றை மேலும் உபரத்தினால் அவை ஒரே கட்டவேண்டிய மாதிரியைக் கொடுத்தும் இருக்கும்.

இப்போது இரண்டாவதாகக் கூறப்பட்ட அடிப்படை உண்மையைக் கவனிப்போம். படம் 22.12-ல் தரப்பெற்றிருக்கிற அலைநீளம், ஒன்றை அலைநீளம் உபரத்தில் உள்ள இரு கட்டமைப்புகள் - அலைநீளம் இருமுனை ஏரிப்புகளின் செங்குத்துத்



படம் 22.12

இருமுனை ஏரிப்புகளின் செங்குத்துத் திசையாற்றல்

திசையாற்றல் படங்கள் ஒன்றையேதொன்றாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. கீழ்தோக்கி வருகின்ற ஒரு தரையில் மேலேயுள்ள ஏரிப்புகள்  $OU$  என்ற பகுதியை ஆற்றலாட்டப்படும்.

கீழே உள்ள ஏரிப்புகள்  $OL$  என்ற பகுதியை ஆற்றலாட்டப்படும்.  $OU : OL$  என்பது கீழ்தோக்கி வருகின்ற தரையில் சிறப்பியல்பாக இருக்கும்.

$OU, OL$  ஆகியவற்றின் நீளங்களைக் கோனியோ மீட்டர் (goniometer) என்ற கருவியைக் கொண்டு ஒரேபேராக. இரு முனை ஏரிப்புகள் எப்போதும் ஒத்த கட்டவேண்டிய மாதிரியைக் கொடுத்தும் இருக்கும்.

கட்டபெத்தத்தோ ஆற்றாட்டப்படும். கோனியோமிட்டர் கழலியிலிருந்து (rotor coil) கருகின்ற கைகை கழியாகும். அப்பொழுது கட்டபெத்தம் (stator) கின்றழுத்தக்கள் சமயாகவும் மாறுகட்ட கட்ட பெத்தத்தும் இருக்கும். எனவே, கோனியோமிட்டர் அளவு  $X$ , ஏற்றக்கோணம் கிடை ஆதரம் பவன்படும். கோனியோமிட்டரின் வெளியு ஆற்றல் ஏலியலுக்குக் கொடுத்து நிலையான பெய்ச்சி கின்றழுத்தம் (fixed shift voltage) எதிரியின் கதிர்க்குழாய்க்குக் கொடுக்கப்படுகின்றது. இதனால் படித்தரநேர் ஏற்றத்திற்கும் (standard - plus deviation) படித்தர எதிர் ஏற்றத்திற்கும் (standard - minus deviation) சிலயான கைகைகள் கிடைக்கின்றன. ஏற்றக் கைகை கழியாக இருக்கும்பொழுது, இரண்டும் சமயாக ஒரே படித்தர கைகைக்குச் சமயான ஆற்றல் ஏலியல் படைகின்றது.

## 23. ராடாரைச் சோதித்தலும் சோதனை கியமும்

(Radar testing and Test gear)

ராடார் தொழிற்படுவதில் சோதனை கியர் என்பது மிக முக்கியமானதாகும். முதலில் ராடாரைச் செயல்பவர் அதன் பல்வேறு பாகங்களைத் தகுந்த கருவிகொண்டு சோதனை செய்வவேண்டும். காவற்போக்கில் பல்வேறு பகுதிகள் பழுதடையும்போது அவற்றைச் சோதித்தும், தேவைவரானால் மாற்றியும், சிறு சிறு பிழைகள் நேரும்போது அவற்றைச் சரிசெய்தும் ராடார் எப்பொழுதும் நல்ல நிலையில் இயங்கும்படி செய்வவேண்டும். மேலும் கோளாறுகளைச் சரி செய்திறகு ராடார் நல்ல நிலையிலேயே இயங்குகின்றதா என்பதை ராடார் பொறியாளர் (radar engineer) சோதித்துப் பார்க்கவும் வேண்டும். மேலே கூறப்பட்டவற்றிலிருந்து தொழிற்சாலைகளிலும் சோதனைச் சாலைகளிலும் மிக்க அனுபவம் வாய்ந்தவர்களால் கையாளப்படுகின்ற பல துணுக்கங்கள் வாய்ந்த சோதனை கியர்களிலிருந்து ராடாரை இயக்குவதில் பங்கு கொள்ளும் எளியவர்களும் கையாளக் கூடிய எளிய கியர்கள் பல உள்ளன என்பது புலனாகும்.

பொதுவாக ராடார்ச் சுற்றுகளை, சுற்றுகளின் பல பகுதிகளில் உள்ள மின்னோட்டங்களையும் மின்னழுத்தங்களையும் அளந்து பரிசோதிக்கலாம். இவற்றின் மதிப்புகளை ராடார் உருவாக்கப் பட்டபோது பெற்ற மதிப்புகளோடு ஒப்பிட்டுக் கோளாறுகளின் தன்மையையும் அவற்றைச் சரி செய்ய வேண்டிய முறைகளையும் நினைவிடலாம். அம்மிட்டங்களும், வோல்ட் மீட்டர்களும் மட்டுமே சோதனை கியரின் முக்கிய அங்கம் வகிப்பவை வல்ல. சாதாரணமாகவே ராடாரைச் சோதனை செய்பும்பொழுது பரப்பி, ஏற்பி, எதிர்ப்பித் ததிக்குழாய் ஆகிய எல்லாவற்றையும் சோதிக்க வேண்டும். ஏனெனில் ராடாரின் செயலுறுதிறன் ஒவ்வொரு பகுதியின் செயலுறுதிறனையும் பொறுத்திருக்கின்றது. உதாரணமாகப் பரப்பி சரியான அளவில் சரியான அடுக்கத்தில் ஆற்றலை

வெளியே செலுத்த வேண்டும். அதைப்போலவே ஏற்போல் ஆற்றலும் பெற வேண்டும்.

ராடார் பரப்பினால் சோதிக்கும்பொழுது அதனுடைய அடுக்கம், அலைவியற்றியின் வெளிவரு அளவு, வீசப்பட்ட ஆற்றல், துடிப்பின் அமைப்பு, அலைவியற்றியின் மின்னெதிர்ப்புப் பொருத்தம், ஊட்டுக் கம்பிகள், ஏரியல் அமைப்பு, கதிர் வீசலின் ஸ்வலிமை, மாக்னெட்ரானின் திறன், மீட்டர் நேரம், T.R. கனிட்கனின் செயலுறுதிறன் ஆகியவற்றைச் சோதிக்க வேண்டும். ஏற்கெனின் சோதிக்கும்பொழுது இடைநிலை அடுக்கப்பெருக்கிகள், பட்டை அகலம் (band width), உணர்வு துட்டம் (sensitivity), இயர்ச்சல் (noise), A. F. C. ஆகியவற்றைச் சோதிக்க வேண்டும்.

ராடாரில் சோதிக்கவேண்டிய எல்லாவற்றிலும் மிக முக்கியமானது அதன் அடுக்கமாகும். இது மிகவும் எளிதில் செய்யப் படக் கூடியதே. ராடார் நிலையங்களில் இதை 1000-ல் ஒரு பங்கு சரியாகவும் சோதனைச் சாலையில் மேலும் துல்லியமாகவும் அளக்கலாம். எல்லா அடுக்கங்களும் பூமியின் சுழற்சியையே அடிப்படையாகக் கொண்டு அளக்கப்படுகின்றன. சோதனைச் சாலையில் அடுக்கங்களை அளப்பதற்கு குவார்ட்டஸ் - படிக அலைவியற்றிகள் (quartz crystal oscillations) பயன்படுகின்றன. ராடார்ச் சோதிக்கும்பொழுது அடுக்கங்களை அலைமீட்டர்களாக (wave meters) கொண்டும் சோதிக்கலாம். பொதுவாக அலைமீட்டர்களைப் பரப்பினின் அடுக்கங்களை அளப்பதற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். ஏற்கெனின் அடுக்கங்களை அளப்பதற்கு இந்த அலைமீட்டருடன் கூட ஒரு துணை அலைவியற்றியையும் பயன்படுத்துகின்றனர். குறைந்த அடுக்கங்கள் உள்ள ராடார் கருவிகளைச் சோதிப்பதற்கு சாதாரண அலைமீட்டர்களையே பயன்படுத்துகின்றனர். ஆனால், குறைந்த அலை நீளங்களில் மின் நிலையம், மின்பெக்கி ஆகியவைபுடைய அமைப்புகள் பயன்படுவதற்கில்லை. எனவே, ஓர்சுக் கம்பிகளை உடைய அலைமீட்டர்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர். சில நேரங்களில் ஒத்திசைவு உட்குழியு அலைமீட்டர்களையும் (resonant-cavity wave meters) பயன்படுத்துகின்றனர்.

உட்குழியு அலைமீட்டர்களின் அமைப்பு மிக உறுதியாகவும் நிலையான தன்மைபுடையவாகவும் இருக்கவேண்டும். இவற்றின் உட்பக்கங்கள் வழுவழுப்பாகவும் தன்ருகக் கடத்தும் தன்மைபுடையவாகவும் இருக்கவேண்டும். உட்பகுதிகளுக்கு வெள்ளி மூலம் பூசுவதும், அதன் மீது ரேடியம் பூச்சு கொடுப்பதும் சாஸ்திரத்தது.

பரப்பின் திறனை மிகத் துல்லியமாக அளப்பது எளிதான காரியமன்று. தொடக்கத்தில் வெசிடெட் அல்லது மீட்டர் ராடர்களின் திறனை மறைமுகமாக அளத்தனர். ஆனால், தற்போது சே.ஈ. தீன ராடரின் திறனைக்கூட நீர்த்தடை (water load) மூலதனமே பயன்படுத்தி அளக்கின்றனர். 'எந்திரக்கா மீட்டர்' (enthrako-meter) மூலமேயும் திறனை அளக்கலாம். இதில் ரோடியோ அடுக்கத் திறனை எடுத்துச் செல்லும் அலைவழிப்படுத்தியின் கவசின் வழியே செல்லும் மின்னோட்டத்தையும் அலை வழிப்படுத்தியின் பகுமீனையும், அடுக்கத்தையும் கணக்கிட்டுத் திறனைக் கணக்கிடலாம். இத்தமூலதனக் கோதனைச் சாரியகளில் தான் பயன்படக்கூடும். ரஹர் தீவைங்களில் செயல் மானிட்டர் (performance monitor) எதிரொலிப் பெட்டி (echo box) ஆகிய வற்றில் ஒன்றைக் கொண்டு திறனை அளக்கலாம்.

ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிவழியே தகைகவராதது சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்பிலிருந்து மாறுபட்டுள்ள ஒரு புள்ளிகை அடைபுள் பொருது ஆற்றலின் ஒரு பகுதி பரப்பப்படுகிறது என்றும் மற்றொரு பகுதி எதிரொளிக்கப்படுகிறது என்றும் ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகளைப்பற்றிப் பார்க்கும்போது கூறினோம். இது அலைவழிப்படுத்திகளுக்கும் பொருத்தும். ஆகவே, ஓர் ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியோ அலைவழிப்படுத்தியோ சரியாக மூற்றுப்பெறு விட்டால், அதாவது தடையின் மின்னெதிர்ப்புக் கம்பியின் அல்லது அலைவழிப்படுத்தியின் சிறப்பியல்புகள் மின்னெதிர்ப்புக்குச் சமமாக இல்லாவிட்டால் ஆற்றல் தடையிலிருந்து (load) எதிரொளிக் கப்படும்.

இவ்வாறு எதிரொளிக்கப்படும் அலைகள் கம்பியின்வழியே மின்னோக்கிச் சென்று மூன்றோக்கி அலைகளுடன் குறுக்கிடுவதன் விளைவாக தீவியான அலைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. சில புள்ளிகளில் இரு அலைகளின் மின்னழுத்தங்கள் ஒன்றை ஒன்று வலிவூட்டுகின்றன. வேறு சில புள்ளிகளில் ஒன்றை பொன்று எதிர்க்கின்றன. ஒன்றை பொன்று வலிவூட்டுத் புள்ளிகளைப் பெருமம் (maximum) என்றும், மற்றையதைச் சிறுமம் என்றும் கூறுகின்றோம். இந்தப் புள்ளிகள் கம்பியில் ஒன்றிற் கொன்று சம தூரத்தில் இருக்கின்றன. மேலும் பெருமங்கள் இரு சிறுமங்களுக்கிடையே அவற்றின் மையத்தில் அமைந்துள்ளன.

$E_f$ ,  $E_r$  என்பன மூன்றோக்கு அலைகள், மீன்றோக்கு அலைகள் ஆகியவற்றின் பெரும மின்னழுத்தங்களைக் குறிப்பிட்டால், பெருமத் தொகு பயல் (resultant maxima),  $E_f + E_r$  என்பதாலும், சிறுமத் தொகு பயல் (resultant minima)  $E_f - E_r$  என்பதாலும் பெறப்படும்.



இவை இரண்டின் தகவு  $\frac{E_f + E_r}{E_f - E_r}$  என்பது 'மின்னழுத்த நிலையான அலைகளின் தகவு' (voltage standing wave ratio-U.S.W.R.) எனப்படும். இதைக் கருக்கவாக 'நிலையான அலைகள் தகவு' (standing wave ratio - S.W.R.) என்பர்.

மின்னோட்ட நிலையான அலைகளின் தகவு - மின்னழுத்த நிலையான அலைகளின் தகவுக்கு எண் மதிப்பில் (numerically) சமம் என்பதைவும் மின்னழுத்தப் பெருமப் புள்ளிகள் மின்னோட்டச் சிறுமப் புள்ளிகளாகவும், மின்னோட்டப் பெருமப் புள்ளிகள் மின்னழுத்தச் சிறுமப் புள்ளிகளாகவும் உள்ளன என்பதையும் நாம் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

$\frac{E_r}{E_f}$  என்பது எதிரொளிப்பு எண் (reflection co-efficient) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது ஒரு வெக்டர் அளவாகும். ஏனெனில், எதிரொளிக்கப்பட்ட அலைகள் மூன்றோக்கு அலை களுடன் எந்தக் கட்டப்பேதத்திலும் இருக்கலாம்.

$Z_0$  என்பது கம்பியின் சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்பு என்றும்,  $Z_1 = R_1 + j X_1$  என்பது நடைவின் (load) சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்பு என்றும் கொண்டால் எதிரொளிப்பு எண்  $= \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0}$  ஆகும். இது ஒரு வெக்டர் அளவாகும். எதிரொளிப்பு எண்ணின் அளவு

$$= \left[ \frac{(Z_0 - R_1)^2 + X_1^2}{(Z_0 + R_1)^2 + X_1^2} \right]^{\frac{1}{2}} = K \text{ என்க.}$$

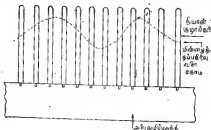
S. W. R. என்பதை நாம் S என்று குறிப்பிட்டால் பிறகு  $S = \frac{1 + K}{1 - K}$  அகலது  $K = \frac{S - 1}{S + 1}$  என்று ஆகும். நடைவிற்குத் து மிக அருகேயுள்ள மின்னழுத்தப் பெருமம், அகலது சிறுமத்தின் ஹரம் (X) அலைநீளங்களில் அளக்கப்படும்போது

$$\tan 4\pi x = \frac{2Z_0 \times 1}{R_1^2 + X_1^2 - Z_0^2}$$

என்ற சமன்பாட்டினால் பெறப்படுகின்றது.  $X_1$  நேர்க்குறியாக இருந்தால் புள்ளி மின்னழுத்தப் பெருமமாகவும், எதிர்க்குறியாக இருந்தால் புள்ளி மின்னழுத்தச் சிறுமமாகவும் இருக்கும்.

எனவே, ஊட்டுக்கம்பி ஆகவது அலைவழிப்படுத்தியின் ஏற்பு முனையில் ஒரு மின்தடையை இணைத்து அதன் நிலையான அலைத் தகைய அளத்தால் இதிலிருத்தும் கம்பியின் தடை இணைக்கப் பட்டுள்ள முனைவைப் பொறுத்து, மின்னழுத்தப் பெரும், சிறும்களின் இருப்பிடங்களிலிருத்தும் மேலே கண்ட சமன் பாட்டைப் பயன்படுத்தி மின்தடை. மின்மறுப்பு ஆகியவற்றை அலைவழிப்படுத்தியின் சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்பு வகையில் கணக்கிடலாம். இதற்கு 'இயல்பான மின்னெதிர்ப்பு' (natural impedance) என்ற ஒன்றைப் பயன்படுத்துகின்றோம். இந்த முறையில் ஒரு கம்பியின் மின்னெதிர்ப்பு அளக்கப்படுகிறது.

இந்த மின்னெதிர்ப்பு எவ்வளவு அளக்கப்படுகின்றது என்பதை இனி பார்ப்போம். கம்பியில் எங்கெங்கு மின்னழுத்தப் பெரும் கனும் எங்கெங்கு மின்னழுத்தச் சிறும்களும் உள்ளன என்று துணைகிட்டுக் கண்டுபிடிக்க முடியாது. இதற்கு, 'தொடர்ச்சி யற்ற கம்பி' (slotted line) என்ற ஒரு கருவியைப் பயன்படுத்து கின்றனர். இதில் ஒரு நீளமான காற்றைக் கடத்தாப் பொருளாக உடைய ஓர் ஓர்ச்சுக் கம்பி (coaxial cable) உள்ளது. இதனு டைய விட்டம் சாதாரணக் கம்பியைவிட அதிகமாக இருக்கும். இதை ஊட்டுக் கம்பியில் பொருத்தி வெவ்வேறு புள்ளிகளில் மின்னெதிர்ப்புகளைக் காணலாம்.



படம் 28.1  
நியான் காட்டி

S.W.R. ஐக் கண்ணுக் கண்டு நிர்ணயிப்பதற்காகப் படம் 28.1 க் காட்டியபடி ஒரு நியான் காட்டிவைப் பயன்படுத்து

கின்றனர். ஒரு குறுகிய அலைவழிப் படுத்தியில் தொடர்ச்சியாக பல தியாக குழாய்கள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. குழாய்கள் ஒன்றிற் கொண்டு சம இடைவெளிகளிலுள்ளன.

தொடக்கத்தில் எல்லாக் குழாய்களையும் ஒரே மாதிரியாகச் சரிப்படுத்தி இருந்தால் ஒவ்வொரு குழாயிலும் தியாக ஒளிரும் ஞானமானது. அந்தக் குழாய் இருக்கின்ற புள்ளியிலுள்ள மின்னழுத்தத்திற்கு நேர்மிசைத்திரிகுக்கும். இவ்வாறு இந்த அமைப்பு அலைகள் வடிவத்தை நம் கண்ணால் காணாதவுகின்றது.

மர்கனெட்ரான்கள் எடுத்துவிடக்கூடிய காத்தக்களைப் பெற்றிருக்கும்போது அந்தக் காத்தக்களின் துருவ வலிமையைச் சோதிக்கவேண்டும். ஏனெனில் காத்தப் புலத்தில் ஏற்படும் மாறுதல் மர்கனெட்ரான் செயல்படுவதைப் பாதிக்கும். இதை இயங்கக்கூடிய கம்பிச் சுருளைமுடைய ஒரு D. C. மீட்டரால் சோதிக்கலாம்.

மர்கனெட்ரான் துடிப்புநிலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட அடுக்கத்தை வெளியிடுவதில்லை. ஆனால், பல அடுக்கங்களைமுடைய ஒரு தொடர்ச்சியான பட்டையை வெளியிடுகின்றது என்பது நாமறிந்த தொன்றாகும். பரப்பி வேலைசெய்வதைச் சோதிப்பதற்குச் சில சமயங்களில் இந்த மர்கனெட்ரானின் அடுக்கங்களைச் சோதிக்க வேண்டும். இதை ஒரு குறுகிய இடைநிலைப் பட்டையவைத்தை முடைய கலக்கிப் பிரித்தல் ஏற்பியால் செய்வலாம்.

ராடாரில் எதிர்பின் கதிர்க்குழாய் மிகவும் உபயோகமான தொன்று என்பது நாம் நன்கறித்ததாகும். இது பன்மேற்றியின் துடிப்பையும் காலவடித் துவக்கிச் சுற்றுகள் ஆகியவற்றின் அலைவடிவங்களையும் சோதிக்கப் பயன்படுகின்றது. மேலும் ராடாரில் பயன்படும் எதிர்பின் கதிர்க்குழாயில் ஒளிப் பொட்டு பக்கமடங்குப் பொலிவுடன் இருக்கவேண்டும். மேலும் காலவடிவும் ஒவ்வொரு தடவைதான் சோதிக்கப்படவேண்டும். எதிர்பின் கதிர்க்குழாய் உயரடுக்கங்களில் இயங்கும்பொழுது ஹாக்மன் விரிவு (Holloway effect) ஏற்படுகின்றது. ஓர் அலைமுறோம் (சோதிக்கப் படவேண்டியது என்று கொள்வோம்) எலெக்ட்ரான்கள் விலக்கும் தகடுகளுக்கு இடையே செல்லும் நேரத்தோடு ஒப்பிடக்கூடிய தாக இருந்தால், எலெக்ட்ரான்மீதுள்ள திரவின்னியல் விசையானது அந்த எலெக்ட்ரான் அந்த விசையின் கீழிருக்கும் நேரத்தில் மாறுபடும். குறிப்பாக இந்தத் தூரத்தைக் கடப்பதற்கு எலெக்ட்ரான் எடுத்துக்கொள்ளும் நேரமும், அலைமுறோமும்

ஒன்றாக இருந்தால் ஒவ்வொரு ஈர்ப்பும், எதிர்நின்றதனும் செயற்பட்டு மோத்த விளைவு கழிவாரும். அதாவது எதிர்மீன் கதிர்க்குழாயின் விளைகம் ஏற்படாது. நுடுக்கு மின்னழுத்தத்தைப் (accelerating voltage) பயன்படுத்தி அதாவது எலெக்ட்ரான்கள் வேகத்தை அதிகப்படுத்தியும் அங்ஙனம் தகடுகளில் தீவந்ததை குறைத்தும் இந்த விளைவைத் தவிர்த்தலாம். ஆனால், இம் முறைகளால் எதிர்மீன் கதிர்க்குழாயின் துட்பம் பாதிக்கப்படும். மேலும், இந்த இரு முறைகளும் ஒரு காரணத்தைக்குட்பட்டு இருக்கும். இதுகாறும் கூறியவற்றிலிருந்து ஓர் எதிர் மீன்கதிர்க்குழாயைச் செய்வது எளிதன்று என்பது தெளிவாகும். ஆனால், தடைமுறைக்கு வந்துள்ள எதிர்மீன் கதிர்க்குழாய்களைப் பயன்படுத்தி ஒரு மைக்ரோ வினாடியில் 1/10 பாகம் வரை துல்லியமாக அளக்கலாம்.

இப்போது ஏற்பினைச் சோதிப்பதுபற்றிக் கூறுவோம். ஏற்பியின் ஓக்கியக் குணம் அதன் உணர்வு துட்பமாகும் (sensitivity). ஓர் உணர்வு துட்பமற்ற ஏற்பியில் செயலாறுதிறன் தன்முக அமைவாது. ஓர் ஏற்பியின் உணர்வு துட்பத்தைத் திட்டவாட்டமாக வரைவதற்குக் கூறமுடியாது. அதிலும் ராடர் ஏற்பியில் இது மிகவும் கடினமாகும். ராடர் ஏற்பியில் கசகைக்கும் இரைச்சலுக்குமுள்ள தாவைக் கவனிக்கவேண்டும். ஏற்பியில் கசகையின் வலியை அதிகரிக்கும்போது இரைச்சலும் அதிகரிக்கின்றது. இந்த இரைச்சலுக்கு வெப்ப விளைவுகளும், ஏரிபனில் மோதுகின்ற தேகவயிற்ற இரைச்சலுமே காரணமாகும்.

ஒரு கடத்தியில் எலெக்ட்ரான்கள் தன்னிச்சையாகத் திரிவதன் மூலம் கடத்தியின் குறுக்கே ஓர் இரைச்சல் மின்னழுத்தம் உண்டாகிறது. இதன் சராசரி இருமடி மதிப்பு (mean square value) கடத்தியின் பின்ன்தடைக்கும், அதன் சராசரி வெப்ப நிலைக்கும் (absolute temperature) நேர்விகிதத்தில் உள்ளது. இந்தக் குணங்கள் கடத்திக்கு இயற்கையானவை. இவற்றை ஒன்றும் செய்ய முடியாது.

ஓர் ஏற்பியில் எலெக்ட்ரான்கள் ஒழுங்கற்ற வெளிவருவதால் (இதற்கு shot effect என்று பெயர்) ஏற்படும் இரைச்சல் முத்தையப் பகுதியில் கூறப்பட்ட இரைச்சலைவிட 10 அல்லது 20 மடங்கு இருக்கும். ஏற்பிகளைப் பழைமைகளில் சோதிக்கலாம். ஆனால், ஒவ்வொரு நிலைமையும் அவற்றிற்கேயுரிய தன்மைகளும் தீமைகளும் உண்டு. பரமநிலையிலிருந்து ஒரு கசகையை அனுப்பி எதிரொலிக்கப்படும் கசகையைச் சோதிப்பதிலிருந்து ஏற்பினைச் சோதிக்கலாம். ஆனால், இந்த முறை ஒரு நிலையான அமைப்பில் மட்டுமே பயன்

படக் கூடும். எனவே, ஏற்படுகின்ற ஒரு கைவலவாத்திறவைக் கொண்டோ (single generator) அல்லது இதரர்ச்சம் இயத்திகளைக் கொண்டோ (radio generator) சோதிக்கலாம். இவை ரேடியோ எஞ்சினியர்களுக்குத் தேவையானதால் அவற்றைப்பற்றி இங்கே விவரித்துக் கூறப்படவில்லை.

ராடாரில் T. R. கண்டிசையும் அடிக்கடி சோதிக்க வேண்டும். ராடாரின் பல பகுதிகளில் ஏற்படக்கூடிய மின்னழுத்தங்கள் மிக அதிகமானவை; உயிருக்கு ஆபத்தையும் விளைவிக்கும் கூடியவை. வேன்பதை எப்பொழுதும் கவனத்தில் வைக்க வேண்டும். மூடித்த போதெல்லாம் ராடார் சோதிக்ரும்போது மின்சாரம் செல்லுவதை நிறுத்திவிட்டுச் சோதனையைத் தொடங்க வேண்டும். மேலும், ஒருவர் சோதித்துக் கொண்டிருக்கும்போது வேறு எவரும் தற்செயலாகக்கூட மின்சாரத்தைச் செலுத்த முடியாதபடி மூன்னைச்சரிக்கை ஏற்படுகளைக் கொள்ளவேண்டும். சில சோதனைகளை மின்னோட்டம் இருக்கும்போதுதான் செல்ல முடியும். அப்பொழுது மிக அதிகமாக எச்சரிக்கையைக் கைக்கொள்ள வேண்டும். தவறுகள் கையாளப்பட்டால் எதிரின் கதிர்க்குழாய் வெடித்துக் கைகளுக்கும் மூத்தத்திற்கும் மிகுந்த ஆபத்தை விளைவிக்கலாம். எனவே, இவற்றைக் கவனமாகக் கையாள்வதுடன் அவற்றை ஆயுதங்களால் தட்டவோ வேறு விதமாகக் கையாளுவதோ கூடாது. மாக்னைட்ரானிலுள்ள காத்தத்தை இரும்பு அல்லது எஃகினால் தொடக் கூடாது. படித்ததை மாற்றும்போது அதை உயர்த்த ரேடியோ அடுக்கப் புலனுக்கு உட்படுத்தக் கூடாது. மூக்கியமாக எங்கெல்லாம் முடியுமோ அங்கெல்லாம் மின்னழுத்தம், மின்னோட்டம் ஆகியவற்றைக் குறித்து கவனத்துக் கொள்ள வேண்டும். இவற்றை வேறொரு சமயத்தில் எடுக்கப்பட்ட அளவுகளுடன் ஒப்பிட்டு ராடாரில் ஏற்பட்டுள்ள பழுதுகளையும் அவற்றை தீவிரத்திற்கும் மூறைகளையும் அறிவலாம்.

### வினாக்கள்

1. ராடார் தொழிற்படுவதில் சோதனை கியர் மிக முக்கியமானது. ஏன்?
2. ராடாரின் பல பாகங்களில் சோதிக்ரும்பொழுது கீழ்ப்பற்ற வேண்டிய மூன்னைச்சரிக்கைகளை விளக்குக.
3. ராடார் பரப்பியில் சோதிக்கப்படவேண்டியவை யாவை?
4. ராடார் விளக்கங்களை எவ்வாறு சோதிக்கப்படுகின்றன?

6. ராடார் பரப்பிலின் திறன் எவ்வாறு சோதிக்கப்படுகிறது ?
7. ராடாரில் ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகள், அலைவழிப்படுத்தி ஆகியவை சோதிக்கப்படும் முறையை விவரி.
8. கைக்ரோ அலைகளை உண்டுபண்ணும் மாக்னெட்ரான் ஏன் சோதிக்க வேண்டும் ?
9. எதிரின் கதிர்க் குழாயைச் சோதிக்கும் முறையை விவரி.
10. ராடார் ஏற்பிவைச் சோதிக்கும் முறையை விளக்குக.
11. T. R. கனெக்ட் சோதிக்கப்படும் முறையையும் அது ஏன் சோதிக்கப்படவேண்டும் என்பதற்கான காரணங்களையும் விளக்குக.
12. சிறு குறிப்பு வரைக :
  - (a) ராடாரைச் சோதித்தல்.
  - (b) குவார்ட்டர் படி அலைவழித்திகள்.
  - (c) ஒத்திசைவு -- உட்குழிவு அலைமீட்டர்கள்.
  - (d) எதிரொளிப்புப் பெட்டி.
  - (e) தீய்ப்பான அலைகள் தகவு.
  - (f) ஹாட்மன் விவரிவு.
  - (g) கைகை இயந்திர.

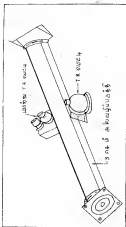
## 24. பரப்பி-ஏற்பி சுவிட்ச்கள்

(T. R. Switches)

ராடாரில் பரப்பி-ஏற்பி சுவிட்ச் மிக முக்கியமான ஒன்றாகும். 10 செ.மீ. அலைநீளத்தில் தொழிற்படுவதும், அலைகளைக் கொண்டு செல்வதற்கு அலைவழிப்படுத்திகளைப் (wave guides) பயன்படுத்துவதுமான ஒரு பரப்பி-ஏற்பியின் சுவிட்ச் படம் 24.1 க் காட்டப் பட்டுள்ளது. இதில் அலை வழிப்படுத்தியின் ஒரு பகுதியைக் கூட, இரண்டு வாயு நிரப்பப்பட்ட மின்குழாய்களும் உள்ளன. மாக்னெட்ரானிலிருந்து வருகின்ற துடிப்புகளின் ஆற்றல் குழாய்களிலுள்ள வாயுவை அயனியாக்கம் அடைவச் செய்கின்றது. அதாவது வாயுவின் அணுக்களிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் பிரிகடிப்படுகின்றன. ஏனெனில் வாயுவினுள்ள சில புறப்பணி எலெக்ட்ரான்கள் (free-electrons) மின்னழுத்த பேதத்தினால் அதிவேகத்தில் சென்று இந்த விளைவைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இதற்குத் தேவையான மின்னழுத்த பேதம் மாக்னெட்ரானினால் உண்டாக்கப்படுகின்றது. இத்தப் புறப்பணி எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்களுடன் வேகமாக மோதி அவற்றிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களை விடுவிக்கின்றன. இப்படி விடுவிக்கப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் மற்ற அணுக்களுடன் மோதி, மேலும் எலெக்ட்ரான்களை விடுவிக்கின்றன. இவ்வாறு ஒரு கைக்ரோ வினாடியின் ஒரு பகுதியில் மின்குழைத்த உண்டாக்குவதற்கு எண்ணிறந்த எலெக்ட்ரான்கள் கிடைக்கின்றன. இந்த எலெக்ட்ரான்கள் மோதுதலினால் அணுக்கள் உத்தப்பட்டு வாயு ஒளியை விடுகின்றது. இங்கு விடப்படும் ஒளி முக்கியமன்று. ஆனால், வாயுவின் மூலக் கூறுகளிலும் அணுக்களிலும் தடைபெறுகின்ற இந்த திசுச்சிதான் விளம்பரங்களில் அதிகமாகப் பயன்படும் நியான் விளக்குகளை ஒளிரச் செய்கின்றது.

மாக்னெட்ரானின் துடிப்பு ஒடிவுதும்பொழுது எலெக்ட்ரான்களின் வேகம் மிகமிகக் குறைத்து மிகக் குறுகிய காலத்தில் அவை  
 ரா.—22

அணுக்களால் திரும்பவும் கவரப்படுகின்றன. வாயுவில் புறப்பணி எலக்ட்ரான்கள் இல்லாமல் இத்தகை குழாய்கள் வழியாக மின்னோட்டம் செல்ல முடியாது. இத்தகை குழாய்கள் ஒரு கனிடகைப்



படம் 24.1  
வாயுமிடும் கனிடகை

போல் செயல்படுகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. ஒரு சாதாரண கனிடகைப் போடும்போது மின்னோட்டம் செல்லாததும், அதை நிறத்தும்போது மின்னோட்டம் திறமற்ற வகையாக நாமறிவோம் அதைப்போலவே மாகனெட்ரான் ஒரு

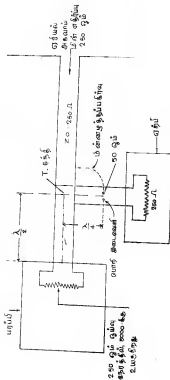


துடிப்பை உண்டாக்கும்பொழுது வாயு நிரப்பப்பட்ட குழாய்கள் தாங்களாகவே தொழிற்படுகின்றன. ஒரு கைக்ரோ விசுதுக்கும் குறைவான தொத்தில் இயங்க ஆரம்பித்து, மாக்னெட்ரான் துடிப்பு இறக்கும்போது இயங்கிப் பிறகு விசைவாக இவை நின்று விடவேண்டும். இப்படி ஒரு விசுதுயில் பல துறு தடவை நிகழ வேண்டும். ஓர் இயந்திர சுவிட்ச (mechanical switch) இவ்வளவு அதிக வேகத்தில் இயங்க முடியாது.

வாயு நிரப்பப்பட்ட குழாய்கள் ஆகிவழிப்படுத்தியில் அவற்றைத் திறக்குமானும், தேவைப்பட்டால் ஓடிவிடக்கூடிய நிர்வகிதும் இயங்குமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. பர்ப்பியில் துடிப்பு ஏற்படும்போது, மாக்னெட்ரானுக்கும் ஏரியலுக்கும் உள்ள வழியைத் திறத்துவிடுகின்றன. ஆனால், ஏற்பிக்கு உள்ள வழியை அடைத்துவிடுகின்றன. இதனால் ஏற்பியிலுள்ள நுண்ணிய பாகங்கள் சேதமடைவாமல் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. பர்ப்பியில் துடிப்பு முடிவுற்ற பிறகு ஏரியலுக்கும், ஏற்பிக்குமுள்ள வழி திறக்கப்பட்டு 'மாக்னெட்ரானுக்கு' உள்ள வழி மூடப்படுகின்றது. இவ்வாறு இயக்கிவிடுத்து எதிரொளிக்கப்படும் கசைவு பானது ஏற்பியின் ஏரியலில் வடைகின்றது.

ஒரே ஏரியலில், கசைவைகளைப் பரப்புவதற்கும், அவற்றைத் திருப்பிப் பெறுவதற்கும் பயன்படுத்துகும்பொழுது ஆற்றலில் வீரவ மாக்காமல் பெறுகின்ற முறைகளைப்பற்றி தாம் கவனிக்கவேண்டும். இதற்கு ஒக்கியவாக ஏற்பியின் உள்ளிடு சுற்றுகளைச் சேத மடைவாமல் பாதுகாக்கவேண்டும் அதிலும் மிகக் குறுகிய ஆலைகளைப் பயன்படுத்துகும்பொழுது இதனை தாம் மிகவும் கவனத்தில் வைக்கவேண்டும். மேலும் ராடர் தன்கு தொழிப்பட ஏற்பிச் சுற்றில் பர்ப்பியின் ஆற்றல் வீரவமாவதையும், பர்ப்பியின் சுற்றில் ஏற்பியின் ஆற்றல் வீரவமாவதையும் அறவே தடுக்க வேண்டும். பர்ப்பி-ஏற்பி சுவிட்சுகளின் தத்துவத்தை ஓர் சு திறந்த ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிவிடப்போவதே ஆகிவழிப் படுத்திகளிலும் உபயோகிக்கலாம். சித்தையதில்  $\lambda/4$ ,  $\lambda/2$  பகுதிகள், முத்தையதில்  $\lambda/4$  பகுதிகளுக்குப் பதிலாகச் செயற்படு கின்றன.

படம் 24.2, ஓர் எலிய T. R. சுவிட்சின் தத்துவத்தை விளக்கப் பயன்படுகின்றது. சுவிட்சுடனுள்ள  $\lambda/2$ ,  $\lambda/4$  கம்பி கனூடல் பொதி இடைவெளியும் (spark gap) இதில் பங்கு பெறு கின்றது. பொதி இடைவெளி ஒரு தலை சுவிட்சாகப் பயன் படுகின்றது. ஏனெனில், இந்த இடைவெளியில் மின்னழுத்தம்



படம் 24.2

பாய்சி-ஒற்றி சுற்றின் விளக்கம்

மிக ஆகமான அளவிற்கு உயரத்திற்குள்ளே அது ஒரு திறந்த சுற்றியேயே இருக்கின்றது.

மிக வாய்க்குக்கு இடைவெளிகள் வாய், அயனியாக்கம் அடைவதால் மிக (arc) உண்டாகிறது. அயனியாக்கம் ஆரம் பித்தவுடன் அது மிகக் குறைந்த மின்னழுத்தத்திலேயே நீடிக்கும். அப்போது இடைவெளியின் மின்னடை ஒரு குறுக்குச் சுற்றை ஒத்திருக்கும். வளிமண்டல அழுத்தத்தில் காற்றும், மின்னிய ஆரம்பிப்பதற்கு ஓர் அங்குசத்திற்கு 30,000 வேல்கட்டுகளை எடுத்துக்கொள்கிறது. இடைவெளியின் மின்னடைக்கிடீட்டால் திறகு அது 50வேல்கட்டுகளிலேயே தொடர்த்து இருக்கும். மின்னியத் தொடங்குவதற்குரிய மின்னழுத்தமும், திறகு அதைக் காப்பதற்குரிய மின்னழுத்தமும் வாயின் அழுத்தத்தையும், உப்போகப் படுத்தப்படும் வாயின் தன்மையையும் பொறுத்து அமைகின்றன.

ஓர் எளிய சுற்றில், ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியின் சிறப் பியல்பு மின்னெதிர்ப்பு (characteristic impedance) ஏரியலின் ஊட்டுப்புள்ளி மின்னடை, (feed - point resistance of the aerial) ஏற்பியின் உள்ளிடு மின்னடை, பரப்பியின் வெளிப்பகுதி மின்னடை ஆகியவை 250 ஒம்கள் எனக் கொள்வோம். மேலும் பரப்பியின் வெளிப்பகுதி மின்னடை ஓய்வு நேரத்தில் (resting time) 5000 ஒம்களுக்கு உயரவதாகவும் கொள்வோம். மின்சாரத் தைக் கடத்துகின்ற பொறி இடைவெளியின் மின்னடை ஏறக் குறைவ 50 ஒம்கள் என்றும் கொள்வோம்.

(1) பரப்பியின் துடிப்பு  $T$  சத்தியில் ( $T$  - junction) மிதித்து ஒரு பகுதி ஏரியலுக்கும் மற்றொரு பகுதி பொறி இடைவெளிக்கும் செல்கின்றது. பொறி இடைவெளி உடைக்கப்படுகின்றது.

(2) இதில் விவரமாக பொறி இடைவெளியின் 50 ஒம்  $T$  சத்தியிலிருந்து எதிரேயுள்ள  $\lambda/4$  கம்பியின் 250 ஒம்களுக்கு குறுக்காக வைக்கப்படுகின்றது.

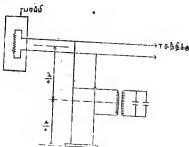
(3)  $T$  சத்தியில் புலப்படுகின்ற மாதிரி  $\lambda/4$  கம்பி (இயல்பாக 50 ஒம்களையுடையது) உள்ளிடு பகுதி மின்னெதிர்ப்பு  $Z = \frac{250^2}{50} = 1250$  ஒம்களில் பெறுகின்றது.

(4) பரப்பப்படும் ஆற்றலில் பெரும் பகுதி ஏரியலுக்குச் செல்கின்றது. ஏனெனில் அது கம்பியை 250 ஒம்கள் மின்னெதிர்ப்பில்

இணைக்கின்றது. வேறு பாதையில் மின்னெதிர்ப்பு 1250 ஒம்மாக உள்ளது.

(5) சுருக்கமாகக் கூறின், தேவையான அளவு ஆற்றல் பொறி இடைவெளிக்குச் சென்று அதை இயக்க வைக்கின்றது. மீதமுள்ள ஆற்றல் ஏரியலுக்குச் செல்லுகின்றது.

பரப்பின் துடிப்பு முடிவுற்றதும் இடைவெளி அயனி நீக்க மடைகிறது. இவக்கிலிருந்து எதிரொளிக்கப்படும் கைன்கள்  $T$  சத்தியை அடைத்து குறுகிய மின்னெதிர்ப்புள்ள கம்பியின் ஏற்பியை அடைகின்றன. இவற்றின் பாதை  $Z_0$  என்ற மின்னெதிர்ப்பில் முடிவுறுகின்றது. இப்பொழுது  $T$  சத்தியிலிருந்து பரப்பிக்கு (இது  $\lambda/8$  நீளவு) ஒரேவு நேரத்தின்போது 5,000 ஒம் களைப் பெற்றிருப்பதால் கைன்கள் செல்லமுடியாமல் ஏற்பியை அடைகின்றன. சில நேயங்களில் ஒரு பரப்பி, ஏற்பி கவிட்கூடக் கூட ஒரு பரப்பித் தடுப்பு கவிட்கம் (T. B. Switch) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதன் அமைப்புப் படம் 24.8 க் காட்டப் பட்டுள்ளது.



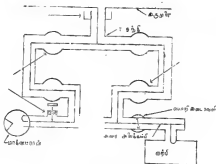
படம் 24.8

T. B. கவிட்கம்

பரப்பித் தடுப்பு கவிட்கங்கள் (இனி இதை T. B. கவிட்கம் என்று அழைப்போம்) பரப்பி-ஏற்பு கவிட்கங்கள் (இனி இதை T. R. கவிட்கம் என்றழைப்போம்) ஆகிய இரண்டும் இயக்க.

ஆற்றல் தேவைப்படுகின்றது. எனவே, அவற்றில் பயனுறுதித் திறமுகின்றது. இதைத் தடுப்பதற்காக மின் மாற்றிகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

ரேடியோ அடுக்க மின்மாற்றிகள், ராடார் ஊர்தி அடுக்கக் களில் செயற்படத் தகுந்தவையல்ல. ஆகவே, ஒத்திவைவுக் கம்பிகள் (resonant lines) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு T.R. சுவிட்சின் செயலுறும் தன்மை, பொறி இடைவெளியின் மிக் தடைவைப் பொறுத்தது. இதுவே ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகளின் சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்பை ஒத்திருக்கும். எனவே, எவ்வா ஓரக்க கம்பிகளிலும் ஒத்திவைவு மின்மாற்றிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. படம் 24.4 இத்தகைய ஓர் அமைப்பைக் காட்டு கின்றது.



படம் 24.4

ஓரக்க கம்பிகளில் ஒத்திவைவு மின்மாற்றிகள்

இதில் (1) மாக்னெட்ரான், பரப்புதலின்போது கம்பியுடன் ஓர் இடைவெளிப்போருத்தியால் இணைக்கப்படுகின்றது.

(2) T சந்தியில் மாக்னெட்ரான் இயங்காதபோது, பரப்பியின் திறம் சந்தி மின்னெதிர்ப்பு மிக அதிகமாக இருக்குமாறு அமைத்

துள்ளது. மாக்கொட்டாளின் உட்கீடு அளவு மின்னெதிர்ப்பு ஒய்வு நேரத்தில் மிக அதிகமாகவும், இயங்கும்போது மிகக் குறைவாகவும் இருக்கின்றன.

(3) எதிரொளிக்கப்பட்ட சைக்கைஸ் ஏற்பீனய நோக்கி மின்னெதிர்ப்பு குறைத்தவழியே செல்லுகின்றன.

(4) மின்மாற்றி 1:1 என்ற வகையைச் சேர்ந்தது. அதாவது  $\lambda/2$  கம்பிவகையைச் சேர்ந்தது.

(5) இந்த  $\lambda/2$  கம்பிக்கு ஓர் இசைவுச்சுற்றுக்குரிய எல்லாக் குணங்களும் உண்டு. மூலையில் அதன் உட்கீடு அளவு மின்னெதிர்ப்பு சுழியாகவும், மத்தியில் உச்சமாகவும் இருக்கும்.

(6) இந்த மின்னெதிர்ப்பின் அளவு  $\lambda/2$  கம்பியில் ஓவையும் ஏற்பியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்தடைவையும் பொறுத்திருக்கும்.

(7)  $\lambda/2$  கம்பிகளின் இரு பக்கத்திலுள்ள ஓர்சுக்க கம்பிகள் அவற்றின் சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்புகள் பொருத்துமாறு அமைந்துள்ளன.

(8) ஏற்பியின் உட்கீடு அளவுச் சுற்று ஊட்டுக் கம்பியுடன் சரியான மின்னெதிர்ப்பு 20 வரும்படி அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

T. R. சுவிட்சுகளில் உள்ள பொறி இடைவெளிகள் பல விதங்களில் மாறுபடுகின்றன. சுவிட்சு திறம்பட இயங்க, லிக் ஏற்படும் வரை பொறி இடைவெளியின் மின்தடை அதிகமாகவும், லிக் ஏற்பட்டவுடன் மின்தடை குறைவாகவும் இருக்கவேண்டும். மேலும், துடிப்பு முடிவுற்றவுடன் லிக்லும் மறைந்துவிட வேண்டும். காற்றில் பொறி இடைவெளியின் மின்தடை 80 மீருத்து 50 ஒம்சன் வரையிலும் லிக் இயங்கும்போது இருக்கும். மேலும், அயனி நீக்க நேரம் 10 மைக்ரோ வினாடிகளாகும்.

கைக்ரோ அலை அடுக்கங்களில் ஒரு படிசம் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. இது முக்கியமாக அடுக்கங்களைக் கலப்பதற்குப் பயன்படுகின்றது. அலைவழிப்படுத்திகளில் நீண்ட அலை நீளக் கனன்கள் சுற்றுப் பண்புகளை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இங்குப் பொறி இடைவெளியிலுள்ள அயனிகள் பரப்பியின் துடிப்பு நீன்றவுடனே நீக்கப்படவேண்டும்.

### வினாக்கள்

1. அகிலவழியைப் பயன்படுத்துகின்ற ஒரு ராடாரின்  $T, R$  கவிட்சைப் படத்துடன் விளக்குக.
2. பொறி இடைவெளி பங்கு பெறுகின்ற ஓர் எளிய  $T, R$  கவிட்சின் படம் வரைத்து அதை விளக்குக.
3. ஒரு  $T, R$  கவிட்சைப் படம் வரைத்து விளக்குக.
4. மின்மாத்ரி பயன்படுத்தப்படும் ஒரு  $T, R$  கவிட்சின் அமைப்பைப் படத்துடன் விளக்குக.

## 25. சில, மாதிரி ராடார் அமைப்புகள்

(Some typical Radar installations)

இந்தப் பகுதியில் பல தரப்பட்ட ராடார்களைப்பற்றிக் கவனிப்போம்.

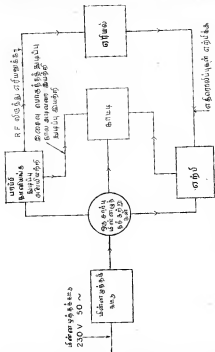
(1) 1,00,000 கெஜம் பெரும் தூரத்திலுள்ள இலக்குகளை அறிவதற்கான பொது எச்சரிக்கை அமைப்பு: (General warning set for detecting targets at 1,00,000 yards maximum range.)

இத்தகைய அமைப்புகளில் தூரத்தைத் துல்லியமாக அளக்கத் தேவையில்லை. ஏனெனில், எச்சரிக்கை கிடைத்தவுடன் குறுகிய எல்லைகளில் துல்லியமாகச் செயல்படும் அமைப்புகளை எளிதில் இயங்கச் செய்துவிடலாம். வினாடிக்கு 50 சுற்றுகளில் 280 வோல்ட்டுகளிலுள்ள மின்னழுத்தம் போதுமானது. இந்த ராடாரின் அமைப்பு மிகச் சிறியது; இயக்குவதற்கு எளிதாகவும், விலை குறைவாகவும், எளிதாகப் பாதுகாக்கப்படவும் கூடியது. இதில் 'A' தோற்றமுறையே (display), கையாளப்படுகிறது. காட்டியில் (indicator) ஒரு சுவிட்சிற்குக் கட்டுப்படுத்தப்படும் இரண்டு தெடுக்கங்கள், காட்டாக 1,00,000 கெஜங்கள்; 20,000 கெஜங்களிலுள்ளன. இதற்கு கடற்கரைப் பகுதிகளில் அமைக்கலாம். பொதுவாக, விமானங்களைப்பற்றி அறிவிப்பதற்கு இது பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

இந்த அமைப்பில் ஊதி அடுக்கம் (carrier frequency) 100 மெகா சுற்றுகள் என்று கொள்வோம். இது சாத்தியமான ஒன்றாகும். ஏனெனில், இங்குத் தூரத்தை அறிதல்பயமாக அளக்கத் தேவையோ அல்லது ராடார் அமைப்பின் பளுமான், எடை ஆகியவற்றைப்பற்றிய கட்டுப்பாடுகளோ இல்லை. இவ்வாறு குறைந்த திறனைப் பயன்படுத்தி நீண்ட அலைகளாக உண்டாகும் பயங்களைப் பெறலாம். தேர்த்தெடுக்கப்பட்ட ஊதி அடுக்கமும்



புரமோடு மிக்ரோவாக்கின் திறனுக்குள் அடங்கியிருக்கும். உச்சத்தின் ஏதேனும் 15 கிரை வரட்டுவாரும். இத்தகைய



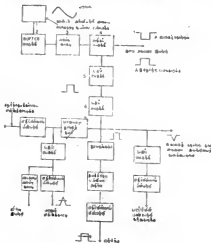
படம் 25.1  
பென்சிட்டிவ் ரா. ரா. அமைப்பு

ரா. ரா. அமைப்பு, படம் 25.1 க் காட்டப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய அமைப்புகளை இச் சிறு புத்தகங்களில் விவரிக்க

காட்டமுடியாதவரை இந்தப் பகுதி முழுவதும் தொகுப்புப் படக்கிளை (schematic diagram) காட்டப்பட்டுள்ளது.

(2) தரைவிலகல் இலக்குகளை அறிவதற்கு, விமானத்தில் எடுத்துச் செல்லக்கூடிய ராடார் அமைப்பு: (An airborne equipment for observation of surface targets)

இத்தகைய அமைப்பு தொகுப்புப்பட முறைமையில் படம் 25.2 க் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்குத் தரைவிலகல் இலக்குகளின் தூரக் கிளை மிகத் துல்லியமாக அளக்கலாம். ஆனால் ராடார் அமைப்பு



படம் 25.2

விமானத்தில் எடுத்துச் செல்லக்கூடிய ராடாரின் தொகுப்புப் படம்

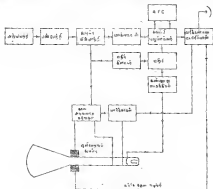
பதற்குத் தேவையான இடமும், அதன் எடைமும் முக்கியமாகக் கவனிக்கத் தக்கவையாகும். ராடர் சுமார் 50 மைல்கள் தொலைவு

வரை துருவமேண்டும். மேலும் அருகேயுள்ள சிறு சிறு இலக்குகளை வேறுபடுத்திக் காட்டவேண்டும். படத்தில் 'A' தோற்றமும், 'B' தோற்றமும் காட்டப்பட்டுள்ளன. தலைமுறையில் 'B', 'C' எடுத்துக்காட்டிகளுக்குப் பதிலாக நிலப் படத்தில் இடம் காட்டி மூலம், சமயங்களைக் கையாளப்படலாம். 'A' 'B' காட்டிகளின் இணையும் 'C' எடுத்துக்காட்டியின் இணையும் சேர்த்து குறுக்கீடு (inter-ception) வேலைகளுக்குப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இயக்குபவர் இலக்கைத் தேடி அதை 'B' எடுத்துக்காட்டியில் கொண்டுவருகின்றார். 'B' வய இயக்குபவர் இலக்கை இணைக்கண்டு, அதை விமான ஒட்டிக் கருவிகளான எடுத்துக்காட்டிக்குக் கொண்டுவருகின்றார். உடனே விமானம் இலக்கின் திசையை நோக்கித் திருப்பப்படுகின்றது. இந்த அமைப்பில், ஊர்தி அடுக்கத்தைய மிகக் கவனமாகத் தேர்ந்தெடுக்கவேண்டும். ஏனெனில், மிகச் சிறிய ஏரிலிலுக்கொண்டு தூரத்தை மிகத்துக்கவியமாக அளக்கவேண்டும். இங்குக் கையாளப் படும் உச்சத்திறன் 80 கிலோவாட்டுகளாகும். மேலும் துடிப்புத் தோம் 2 மைக்ரோ வினாடிகளாகும். துடிப்புத் தோம் குறைவாக இருப்பதாலும், சிறிய இலக்குகளைக் காணவேண்டியிருப்பதாலும், துடிப்புத் திருப்பத் தோம் அதிகமாக, அதாவது வினாடிக்கு 800 படவகைகளாக உட்களது. எனவே, ஏரிலுக் தொடர்ந்து சுற்றும் பொழுது பரப்பிலிருந்து ஆற்றல் இலக்குகளிலிருந்து மிக அதிகமாக ஒய்வொரு சுழற்சியின்போதும் விழுகது, அதிகமான அளவில் எதிரொளிக்கப்படுகின்றது. இங்கு ஊர்தி அடுக்கம் மைக்ரோ அலைப்பகுதியில் உட்களதால், ரேடியோ அடுக்க இயந்திரி ஒரு மாக்னெட்ரானாகும். இந்த மாக்னெட்ரானை ஒர் அலைவழிப் படுத்தியுடன் இணைத்து, ஏரிலுக்குக் கொடுக்கின்றோம். இதற்கு ஒரு பண்பெற்றி வெளியு பகுதியிலிருந்து, ஒரே ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ள துடிப்பு மின்மாதிரி வழியே, ஆற்றல் செலுத்தப்படுகிறது. இதில் கசகைக்கும், இரைச்சலுக்கும் உட்கள தகவு சிறியதாக இருப்பதால் ரேடியோ அடுக்கப் பெருக்கம், அவ்வளவாக இருப்பதில்லை. எனவே, ஒரு படிக்கம், கம்பியாகவும், கிளைண்ட்ரான் உள் அலைவழிநியாகவும் பயன்படுகிறது. இங்குக் கம்பி உள் அலைவழிநியை, முதலிரண்டு நடுகிலை அடுக்கப் பெருக்கிகல் ஆகியவை ஏரிலுக்குப் பக்கத்தில் அமைத்துள்ளன.

(3) கடல்வழி ராடார்: (The Sperry marine radar),

இது விமானராக் கப்பல்களுக்குப் பயன்படக்கூடிய நவீன ராடாராகும். இதில் நிலப்படத்தில் இடம் காட்டி மூலம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இது 80 மைல்கள் வரையில் துருவிய்

பார்க்கக்கூடியது. இதில் பயன்படும் ஆலைதன் 8-2 செ.மீ. ஆகும். துடிப்பு நேரம் 0-25 மைக்ரோ வினாடிகளாகும். துடிப்புத் திருப்ப நேரம் 0-25 மைக்ரோ வினாடிகளாகும். துடிப்புத் திருப்ப நேரம் ஏறக்குறைய வினாடிக்கு 1,000 தடவைகளாகும். மாக்னெட்ரானின் உச்சத்தின் ஏறக்குறைய 80 கிலோ வாட்டுகளாகும். இந்த முறையில் இரு பொருள்கள் 2° கோணத்தில் பிரிக்கப்பட்டிருந்தால் அவற்றைத் தனித்தனியே பார்க்கலாம். ஒரே கோணத்திலுள்ள இரு பொருள்கள் கமர் 80 செஜ் இடைவெளியிருந்தாலும் அவற்றையும் தனித்தனியே பார்க்கலாம்.



படம் 25.8

கடல்மழை ராடாரின் தொகுப்புப் படம்

இந்த ராடாரைப் பயன்படுத்தி மிகக் குறைந்தது 80 செஜ் தூரத்திலுள்ள பொருள்களைப் பார்க்கலாம். இந்த ராடாரில், ஒரு வரிக்கோட்டு முறையில் பிரிக்கும் பரீட்சி, சுழலும் ஏரியல், T. R. கனிக அலைவழிப்படுத்தி, பண்பேற்றி மாக்னெட்ரான், கலர், ஏற்பி, எடுத்துக்காட்டி, காலவடிச் சுற்றுகள் மின்னழுத் தக்கட்டு (power pack) ஆகியவை உள்ளன. இது வினாடிக்கு 60 சுற்றுகளில் 115 வோல்ட்டு மின்னழுத்தத்தில் ஒரு கிலோ வாட் ஆற்றலில் இயங்குகிறது. D. C. மட்டுமேயுள்ள கப்பல்

களில், D.C. வய A.C. வாக மாற்றுவதற்குரிய கருவியும் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

இந்த அமைப்பின் தொகுப்புப் படம், படம் 25.9 க் காட்டப் பட்டுள்ளது. ஏரியல் அமைப்பில் அலுவழிப்படுத்தியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள பரவலைய எதிரொளிப்பாக அமைக்கப் பட்டுள்ளது. ஏரியல் ஒரு நிமிடத்திற்கு 15 முறைகள் சுற்றப்படுகின்றது. ஏற்பியில் மேலே கூறப்பட்ட பாகங்கள் அமைந்துள்ளன. ஏற்பியில் இடைநிலை அடுக்கப் பகுதிகளும், இரண்டாவது பகுப் பாக் சுற்றும் அமைந்துள்ளன. இவை அருகிலுள்ள பொருள் களிலிருந்து வரும் எதிரொளியைக் குறைக்கவும்; மழை, பனி, கடல் ஆகியவற்றிலிருந்து வரும் ஒளியைக் குறைக்கவும் பயன் படுகின்றன. இந்த அமைப்பின் எடுத்துக்காட்டில் 10½ அங்குல விட்டமுள்ள திரையுள்ளது. இயக்குபவர் 1, 2, 3, 15 அல்லது 30 கைல்களில் எந்த ஒரு தூரத்திலுள்ள இலக்கையும் எளிதில் கண்டுகொள்ளலாம். இதற்கு இதில் ஒரு தனிப்பட்ட அமைப் புள்ளது.

(4) வி. ஏ. ஹெச் கடல்வழி ராடர் : (The B. T. H. marine radar)

இது B. T. H. அமைப்பு R. M. S. - 2 என்று அழைக்கப் படுகின்றது. (இதில் 5 முக்கியப் பகுதிகள் உள்ளன) அவை யாவன :

(1) வரி முறைமிக் மீரிக்கும் பகுதி, (2) டிரபி - ஏற்பிப் பகுதி, (3) ஆற்றல் வட்டுப் பகுதி (H. T.), (4) காட்டும் பகுதி, (5) மொட்டர் திசை மாற்றியும், துவக்கப் பகுதியும், ஆறாவதாக ஒரு துணை நிலப்படத்தில் இடம் காட்டும் பகுதியும், சில சமயங்களில் இடம் பெறுகின்றது. இது முக்கிய நிலப்படத்தில் இடம் காட்டும் பகுதியில் கிடைக்குமா? செவ்வியைத் திரும்பவும் அதிலிக்கின்றது. இதன் ஏரியல் ஒரு புதுவிதமான அமைப்பைக் கொண்டது. இதன் துறை (aperture)  $72 \times 4\frac{1}{2}$  அங்குலமுடையது. சாதாரணமாக இது ஒரு கப்பலின் பாய்மரத்தில் அமைக்கப்படக் கூடியது. இங்குப் பலப்படும் அலகீதம் 3.2 செ.மீ. ஆகும். மாக்ஸெட்டர்ன் 40 கலோவாட் ரேடியோ அடுக்க ஆற்றலைத் துடிப்பு தோள் 0-25 வினாடிகளில், துடிப்புத் திரும்பம் 1500-ல் அளிக்கின்றது. ஏரியல் நிமிடத்திற்கு 25 சுற்றுகள் சுற்றுகின்றது. காட்டி ஒரு சக்கர அமைப்பில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இத்து தூங்குகள் மூன்றையே 1-5, 4, 10, 25, 40 கடல் கைல்களில் (nautical miles) கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அண்மையில் வந்துள்ள ராடர்களில், அளரமைப் தூரங்களில் கோடுகள் குறிக்கப்பட





வளிமண்டலத்தின் இயல்பான நிலைகளில் தூரங்களை 100-க்கு 5 பங்கு துல்லியமாகவும், கோணத்தை 1° துல்லியமாகவும் அளக்கலாம். எல்லா ராடார்களிலும் உள்ளதைப்போலவே இதிலும் பல பகுதிகள் உள்ளன. துருவும் ஏரியல் ஏறக்குறைய 5 அடி அகலமும் 4 அங்குல உயரமும் கொண்டு ஒரு பரவளைய அமைப்பிலுள்ளது. இதற்கு ஓர் அலைவழிப்படுத்தி ஆற்றலூட்டுகின்றது. சுற்றையின் அகலம் கிடைசுட்டத்தில் 1-3°ம் செங்குத்துத் திசையில் 27° யும் ஆகும். இதில் ஒரு பொதுவான 3 T. R. சுவிட்சம் உண்டு.

ஒரு மோட்டாரின் உதவிகொண்டு, ஏரியல் ஒரு நிரிடத் திக்கு 25 சுற்றுகள் வீதம் சுற்றப்படுகின்றது. தேவையான 8 கட்ட மின்னோட்டம் ஒரு திசைமாற்றியின் உதவியால் வினுடிக்கு 50 சுற்றுகளில் பெறப்படுகின்றது. இதன் பரப்பியில் வழக்கமான மாக்னெட்ரான், பன்மேற்றி, கிளாஸ்ட்ரான், அலைவியற்றி ஆகியவை உள்ளன. இதன் காட்டி நீலப்படத்தில் இடம் காட்டி வகையாகும். இதன் தொகுப்புப் படம், படம் 25.5 க் காட்டப் பட்டுள்ளது. படத்தில் செவ்வகங்கள் முக்கியச் சுற்றுகளைக் குறிப்பிடுகின்றன. ராடாரில் சுற்றுகள் எவ்வாறு உண்மையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்பதை இந்தச் சிறு துறில் தர இயலாது.

(8) கோசர் கடல்வழி ராடார்-2 வது வகை (Cossor marine radar-mark II) :

இந்த வகை ராடாரும் வழக்கமான தான்கு முக்கியப் பகுதிகளை உடையது. இதில் தான்கு தூரங்கள், அதாவது 1-2, 3, 12, 30 கடல்வழி மைல்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் எதைவேண்டுமானாலும் தேர்ந்தெடுத்துக்கொள்ளலாம். இந்தக் கருவி 8,580—8,500 மெகா சுற்றுகள்/வினுடி (ஏறக்குறைய 3-2 செ.மீ) அடுக்கத்தில் இயங்குகின்றது. மாக்னெட்ரானில் வெளிவரு ஆற்றலின் உச்ச மதிப்பு 82 கிலோ வாட்டுகளாகும். துடிப்புத் திறப்ப அடுக்கம் உபயோகத்திலுள்ள தூரத்தைப் பொறுத்துள்ளது. அதாவது, 1-2, 3 கடல்வழி மைல்களில் 1;500 ஆகவும், 12 மைல்கில் 580 ஆகவும், 30 மைல்கில் 510 ஆகவும் அமைகின்றது. குறுகிய தூரங்களில் அதாவது 1-2, 3 கடல்வழி மைல்களில் துடிப்புதொடர் 0-2 மைக்கரோ வினுடியாகவும், மற்ற இரண்டில் 0-8 மைக்கரோ வினுடியாகவும் உள்ளது. இதை உபயோகித்து சுமார் 50 செஜ் தூரத்திலுள்ள பொருளைக்கூடக் கண்டுபிடித்து விடலாம். தூரத்தை 100 க்கு 5 பங்கு துல்லியமாகவும், கோணங்களை ஒரு டிகிரி துல்லிய







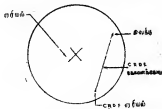
பெரிக்கக்கூடிய இலக்குகளின் தூரம், இலக்குகளின் தன்மை எவையும், அப்பொழுதுள்ள வெப்பநிலை நிலையையும் பொறுத்தே அமைையும். இந்த ராடாரின் அமைப்பு, மடம் 25.7 ல் காட்டிய பட்டுள்ளது.

எம்மா ராடார்களைப்போலவே, இதிலும் வசிக் கண்ணோட்டத்தில் பிரிப்பான், (scanning), ஏற்பி (receiver), காட்டி (display unit), மின்னழுத்தக்கட்டு (power unit) ஆகிய நான்கு முக்கியப் பகுதிகள் உள்ளன. இதில் ஏசியர்கள் ஒரு நிமிடத்திற்கு 24 சுற்றுகள் வீதம் சுற்றப்படுகின்றன. இந்த ஏசியர்கள் பரவலைய அமைப்பில் 5 அங்குல உயரத்திலும், 4 அடி அகலத்திலும் அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொன்றிலும் அதனதன் அலைவழிப்படுத்தி உள்ளது. காட்டியில் நிலப்படத்தில் இடம் காட்டும் முறை கையாளப்படுகிறது. இங்கு இருவித எதிர்பின் கதிரீக் குழாய்கள் உள்ளன. ஒன்று 12 அங்குலமும், மற்றது 5 அங்குலமும் உள்ளது. பித்தி யதின் விட்டம் ஒரு மீனாஸ்டிக் ஸ்கிரீனிலும் 7 அங்குலத்திற்கு உயர்த்தப்படுகின்றது. 12 அங்குலக் குழாய் வகை 12 - ஐயும் 5 அங்குல வகை 159-ஐயும் சார்ந்தன. 12 அங்குலத் தொற்ற அமைப்பு 5 அங்குலத் தொற்ற அமைப்பைவிட அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது பெரும்பாலும் பெரிய கப்பல் களிலேயே உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றது. இரண்டு வகை களிலும் மின்கற்றுகள் ஏதக்குறைய ஒரே மாதிரியாகவே அமைந்துள்ளன.

(8) கோஸர்-விமான நிலைய ஆட்டி ராடார்-வகை 6 (Coast, air-field controlled radar - mark 6)

இது ஒரு பொது விமான நிலைய ராடாராகும். இதன் முக்கியப்பணி விமான நிலையத்தில் இறங்கும் விமானங்களைக் கண்டறிவதாகும். இது ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் அமைக்கப்படக் கூடியதாக இருந்தாலும் இதன் பகுதிகளாகப் பிரித்து விமானத்தில் ஓரிடத்திலிருந்து மற்ற இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லலாம். மற்ற ராடார்களைவிட இதில் ஒரு மாறுபட்ட அமைப்பும் உள்ளது. அதாவது இதில் ஓர் அகையக்கூடிய இலக்கைக் காட்டுகின்ற அமைப்பு உள்ளது. அதனால் நிலப்படத்தில் இடம் காட்டி முறையில் அகையக் இலக்குகள் தெளிவாகத் தெரிகின்றன. இதனால் விமான நிலையங்களில் விமானங்கள் மிக அண்மையில் பறக்கும்பொழுது அவற்றைத் தெளிவாகக் காட்டியில் பார்க்க முடிகிறது. இதில் வேறொரு முக்கிய அம்சம் என்னவென்றால் நிலப்படத்தில் இடம் காட்டியில் அண்மையிலுள்ள மற்றொரு நிலையத்திலிருந்து எதிர்பின் கதிரீத் திசைக்

காட்டியினால் கிடைக்கும் விளைவுகளையும் ஒருங்குபடுத்திக் காண ளாம். இதை எதிர்விற் கதிர் திசைக்காட்டி. C. R. D. F. (Cathode - Ray - Direction - Finder) என்பர். C. R. D. F. நோற்றம் நிலப்பகுத்தில் இடம் காட்டி திசையில் ஒரு நேரக் கோடாக அமைகின்றது. இந்த நேரக்கோடு C. R. D. F. நிலையத்தி



படம் 25.8

கோரார் விமானநிலைய ஆட்சி ராடாரின் திசை

வீகுத்து தொடங்கி, குழாவின் விவிலிபை நோக்கி வெளிப்பழமாதச் செல்லுகின்றது. அப்படிச் செல்லும்பொழுது, எதிரொலிக்கப் பட்ட னசைகையைச் சத்திக்கின்றது. இது படம் 25.8 க் காட்டப் பட்டுள்ளது. இந்தக் கோடு C. R. D. F. நிலையத்திலிருந்து வகுக்கின்ற னசைககளால் உண்டாக்கப்படுகின்றது.

இந்த வகை ராடாரின் திசையில் ஒரு விமான நிலையத்தின் படத்தைவும் குறிப்பிடலாம். இந்த ராடாரில் 8, 16, 32, 64 கட்கவழி கமல்களினாலுடைய கமல்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. ராடாரை இயக்குபவன் இவற்றில் எதைவேண்டுமானாலும் எடுத்துக் கொள்ளலாம். இந்தக் கருவி சிறிய விமானங்களை அவை 25 கமலுக்கு அப்பால் வரும்பொழுதே கண்டு கொள்ளும். தூரங் களை,  $\frac{1}{4}$  கமல் அல்லது  $1/100$  பங்கு, இவற்றில் எது பெரியதோ, அவ்வளவு துல்லியமாக அளக்க முடியும். கோணங்களை உண்மை யான மதிப்பிற்கு  $1^\circ$  ஏறத்தாழ அளக்கமுடியும். இரண்டு இலக்குகள் ஒரே தொலைவில் வரும்பொழுது அவை  $2^\circ$  கோணத் தால் பிரிக்கப்பட்டிருந்தாலும் அவ்வது அவை ஒரே கோணத்தில்  $\frac{1}{4}$  கமல் இடைவெளியில் வந்தாலும் அவற்றை வேறுபடுத்திக் காணமுடியும்.

இதுகாறும் எட்டு வகைப்பட்ட ராடார் அமைப்புகளைப் பற்றிச் சுருக்கமாகக் கூறினோம். இந்த வகையில் கிவர்டூல் துறைமுக ராடார் (Liverpool harbour radar), கோசார்கன் காணிப்பு ராடார் C. R. 21 வகை ஆகிய இன்னும் பல வகை ராடார்கள் உள்ளன. ஒரு ராடாரின் மூன்று அமைப்பையும் எடுத்த துக்கொண்டால், மிக எளிய வகையிலும் 40க்கு மேற்பட்ட மின்முழாங்குகும், அவற்றிற்கு மதிக்கமான மின்தடை, மின்தேக்கி மின் நீலமங்குகும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவை அடங்கிய உண்மையான மின்கற்றை, இச் சிறு நூலின்கண் தா இயலாது. மேலும், ஒரு வகை ராடாருக்கான சுற்றறைமட்டும் விவரிப்போமானால், பக்கங்கள் பெருகும். அத்தகைய நூல் இத்திட்டத்தின் குறிக்கிரகனுமாகாது. எனவே, அவற்றை விடுத்துப் பொதுவான அமைப்புகள்மட்டும் இப் பகுதியில் சுருக்கமாகக் கூறப் பட்டுள்ளன.

எல்லாவகை ராடார்களுக்கும் பொதுவாக உள்ளவற்றை மீண்டும் வலியுறுத்துவது பயன்தரத்தக்கது. பெரும்பாலான ராடார்களில் ஒர் ஆன்டென்னாவே (antenna) பரப்புதலுக்கும், ஏற்புக்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எதிரொளிக்கப்பட்ட துடிப்பு வந்து சேருவதன், பரப்பப்பட்ட துடிப்பு மூடிவுறுகின்றது. டிபுலக்ஸர் (duplexer) அல்லது T. R. சுவிட்ச் பரப்பியிற் குடுத்து துடிப்பு வெளியேறும்போது ஏற்றியைப் பழுதடைவாமல் பாதுகாக்கின்றது. பரப்பித் துடிப்பு மூடிவுற்றதும் டிபுலக்ஸர் பரப்பியைத் துண்டித்து ஏற்றியை இணைத்து, சாதகையை ஏற்கிக்கு அனுப்புகின்றது.

ஒரு வினாடியில் அனுப்பப்படும் துடிப்புகளின் எண்ணிக்கையைத் துடிப்புத் திருப்ப அடுக்கம் (P. R. F.) எங்கில்களும், ஒரு துடிப்பு இயங்கும் நேரம், அதனுடைய துடிப்பு நேரம் அல்லது துடிப்பு அகலம் எனப்படும். பரப்பியிலிருந்து ஒரு துடிப்பு வெளியேறுகின்ற நேரத்திற்கும், அத்தத் துடிப்பு இலக்கினால் எதிரொளிக்கப்பட்டு ஏற்றியை வந்தடைகின்ற நேரத்திற்குமுள்ள

கால இடைவெளி (T வினாடிகள்)  $T = \frac{2R}{C}$  என்ற சமன்பாட்டி

னால் பெறப்படுகின்றது. இங்கு C என்பது, மின்காத்த அலைகள் ஒரு வினாடியில் செல்லும் தூரத்தைக் குறிக்கும்; அதாவது 1,86,000 மைல்கள் / வினாடிகையைக் குறிக்கும். R என்பது ராடாருக்கும் இலக்கிற்கும் இடைப்பட்ட தூரத்தைக் குறிக்கும். ராடாரில் துடிப்புத் திருப்ப அடுக்கம் இசைவுப் பொருத்தியால் அமைக்கப்படுகின்றது. இந்த இசைவுப் பொருத்திதான் மேற்

கோள் சைகைகளைப் (reference signals) பல்வேறு வகைப்பட்ட காட்டிகளுக்குக் கொடுக்கின்றது. அப்படிக்கொடுத்து, பன் பேற்றும் சுற்றுகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. இந்தப் பன் பேற்றி தான் துடிப்பு வடிவில் பரப்பியின் வெளிவரு குழாய்க்கு ஆற்றலை அனுப்புகின்றது. இந்தப் பரப்பியின் வெளிவரு குழாய்தான் ஊதி அடுக்கங்களை ஆன்டென்னாவிற்குக் கொடுக்கின்றது.

இலக்கீகரித்து எதிரொளிக்கப்படும் சைகை ஒரு கலப்பி, முதல் பரப்பான் (first detector) ஆகியவற்றிற்கு உள்ளிட ஆலை விவற்றியுடன் கலக்கிப் பிரித்தறங்காக, அளிக்கப்படுகின்றது. இது ஊதி அடுக்கத்தை வெகுவாகக் குறைக்கின்றது. அதாவது ஊதி அடுக்கம், இடைநிலையடுக்க அளவிற்குக் குறைக்கப்படு கின்றது. ஏனெனில், இந்த இடைநிலை அடுக்கத்தைத்தான் எளிதில் பெருக்கவாடின. இந்த இடைநிலையடுக்கம் 15 முதல் 20 மெகா சுற்றுகள்/வினாடி வரையில் அமைந்துள்ளது. ஆனால், 80 முதல் 80 மெகா சுற்றுகள்/வினாடிவரையுள்ள சுற்றுகள் உசித மானவை. இப்படி அடுக்கங்களை மாற்றுவதால், துடிப்புகளின் உருவம் பாதிக்கப்படுவதில்லை. உள்ளிட அலைவிவற்றி ஒரு கிளைக்கீரான் மின்குழாயையோ அல்லது வெகு உயரடுக்க டிரையோடு மின்குழாயையோ பயன்படுத்துகின்றது. இது rmlar பயன்படுத்துகின்ற அடுக்கப் பட்டைகளைப் பொறுத்தது. கலப்பி யின் வெளிவரு பகுதி இடைநிலையடுக்கப் பெருக்கிக்குக் கொடுக் கப்படுகின்றது. அப்பொழுது சைகைகளின் மதிப்பு சுமார் 70 பங்கி னிருந்து 120 பங்குகள்வரை பெருக்கப்படுகின்றது. இந்த இடை நிலை அடுக்கப்பெருக்கி, இரண்டாவது பரப்பானுடன் இணைக் கப்படுகின்றது. இதனால் கிடைக்கும் கண்ணுறு (video) துடிப்புகள், கண்ணுறு பெருக்கிகளுக்குக் கொடுக்கப்படுகின்றன. இதனால் சைகை மேலும் பெருக்கமடைத்து காட்டிகளில் இலக் கைப் புலப்படுத்துகின்றது.

எதிரொளிக்கப்பட்ட சைகையின் வலுவைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாடு விளக்குகின்றது.

$$W_R = - W_T \frac{G \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^2 R^2}, \text{ இதற்கு } rmlar \text{ சமன்பாடு}$$

என்று பெயர். இங்கு,

$W_R$  - எதிரொளிக்கப்பட்ட ஆற்றல்.

$W_T$  - பரப்பப்பட்ட ஆற்றல்.

$G$  - ஆன்டென்னா இலாபம்.

$\lambda$  — ராடரின் ஊர்ஜி அலை நீளம்.

$\sigma$  — இலக்கின் ராடர் குறுக்களவு.

$R$  — ராடாரிலிருந்து இலக்கிற்கு உள்ள தூரம்.

ராடாரின் ஊர்ஜி அடுக்கங்கள் வேறு உலகப்போரில் கொடுக்கப்பட்ட இரகசியப் பெயர்களால் இன்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. அடுக்கவரி, படைப்படைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவற்றின் மைய அடுக்கமும் அலை நீளமும் கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பட்டை	மைய அடக்கம்	அலை நீளம்
பி (P)	800 மெகா சுற்றுகள்	1 மீட்டர்.
எல் (L)	800 ..	88 செ. மீ.
எஸ் (S)	8,000 ..	10 ..
ஸி (C)	5,000 ..	8 ..
எக்ஸ் (X)	10,000 ..	8 ..
கே (K)	20,000 ..	1.5 ..
கீயூ (Q)	40,000 ..	0.75 ..

ராடர் அலைகள் பரவுதல், மீள்காத்த அலைகள் பரவும் விதிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. ராடர் அலைகள் மிகக் குறுகிய அலைநீளங்களைவுடையவாக இருப்பதால் அவற்றில் பல்வேறு விளைவுகள் நிகழ்கின்றன. பொதுவாக ராடர் அலைகள் அடிவானம் வரையிலேயே செல்லும். ஏனெனில் அடிவானத்தையும், ராடர் அலைகளை எதிரொளிப்பதில்லை. ராடர் அடிவானம், ஒளி அடிவானத்தைவிட அதிக தூரத்திலுள்ளது. ஏனெனில் வெப்பத்தினாலும், நீர்த்திவலைகளாலும் டிரோப்போச்பியரின் மீள்காத்தாப்பொருள், மாற்றி உயரம் அதிகமாக, அதிகமாகக் குறைகின்றது. எனவே, ராடர் அலைகள் கீழ்தோக்கி முறிவடைகின்றன. பூமி தன்னுடைய ஆரத்தில் 2 பங்கு கொண்டிருந்தால் என்ன ஒளி அடிவானத்திற்குமோ, அதே தூரமே ராடர்

அடிவானம் அமைந்துள்ளது. ரடர் தூரம் உயரத்திலுள்ள இலக்குகளுக்கு  $R_{உயரம்} = \sqrt{2h_1 (அடி)} + \sqrt{2h_2 (அடி)}$ . இங்கு  $R_{உயரம்}$  என்பது, ரடர் தூரத்தின் எல்லை (மைக்ஸிம்);  $h_1$  என்பது ரடர் ஆன்டெனாஸின் உயரமும்,  $h_2$  என்பது இலக்கின் உயரமும் (அடிமளிக்) ஆகும். ஆனால், சில சமயங்களில் திடீரென ஒளி ஓறிதல் (super-refraction) இந்த எல்லைவை வெஞ் வாக அழிக்கின்றது.

### வினாக்கள்

1. மனதார்ப்பட்ட ரடர் அமைப்புக்களைத் தொகுத்துக் கூறுக.
2. வெகு தூரத்திலுள்ள இலக்குகளை அறிவதற்கான பொது எச்சரிக்கை அமைப்புப்பற்றி நீ அறிவது யாது?
3. தனர்திலுள்ள இலக்குகளை அறிவதற்கு விமானத்தில் எடுத்துச் செல்லப்படக் கூடிய ரடர் அமைப்பைத் தொகுப்புப் படத்துடன் விளக்குக.
4. கடல்வழி ரடாரை ஒரு தொகுப்புப் படத்துடன் விளக்குக.
5. பி. டி. ஹெச். கடல்வழி ரடாரைப்பற்றி ஒரு தொகுப்புப் படத்துடன் விளக்கு.
6. கேக்ஸின் - ஹ்யூக் கடல்வழி ரடாரை ஒரு தொகுப்புப் படத்துடன் விளக்குக.
7. கோரர் கடல்வழி ரடாரை ஒரு தொகுப்புப் படத்துடன் விளக்குக.
8. டெக் கடல்வழி ரடர்-12, 159 வகை-இதழைத் தொகுப்புப் படத்துடன் விளக்குக.
9. கோரர் விமானநிலைய ஆட்சி ரடர் அமைப்பைத் தொகுப்புப் படத்துடன் விளக்குக.
10. ஒரு ரடர் இயங்கும் வகையை முழுமையாகத் தொகுத்துக் கூறுக.
11. ரடாரில் பயன்படும் அடுக்கங்களைப்பற்றி நீ அறிவது யாது?



12. சிறு குறிப்புத் தருக :

- (a) ரூட்டில் இடக்காட்டி.
- (b) மேற்கோள் காணகம்.
- (c) கண்காணிப்பு ரூட்.
- (d) வரிக்கண்ணெழுட்ட முறையில் பிரித்தல்.
- (e) ரூட் தூரம்.

## 26. ராடார் ப்ளோர்க்காஸ்ப் பணி

(Uses of Radar in War)

'ரோர், புதிய கண்டுபிடிப்புகளின் தாய்' என்று ஆங்கிலத்தில் ஒரு பழமொழியுண்டு. இரண்டாவது உலகப் போரின் விளைவாகத்தான் ராடார் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுப் பெருமளவு வளர்ச்சியடைந்தது என முதல் அறிவாய்வத்தில் பார்த்தோம். உலகமேயே தன் குடைக் கீழ்க் கொண்டுவரவேண்டுமென விரும்பிய நரிட்களின் விமானப்படை மீகப் பெரியதாகவும் எண்ணற்ற தனின் விமானங்களை வுடைவதாகவு மிருந்தது. அந்த விமானங்களைக் கண்டு மற்ற நாடுகளெல்லாம் அஞ்சின. அவற்றின் பயங்கரத் தாக்குதல்களுக்கு எடுகொடுப்பதென்பதோ, அவற்றின் மின்னல் வேகத் தாக்குதல்களினால் ஏற்படும் அழிவுகளைச் சமாளிப்பதோ எனினால் காரியமாக இல்லை. எனவே, அந்த விமானங்கள் தம் நாட்டை நோக்கி வருவதை மூன்கட்டியே உணரவேண்டும் என்று நேச நாட்டுத் தலைவர் களெல்லாம் பெரிதும் உணர்ந்தனர். எனவே, சி ராபர்ட் வாட்சன் வாட் என்பவரை ராடாரை உருவாக்கும்படி கேட்டுக் கொண்டனர் எனத் தொடக்கத்திலேயே பார்த்தோம். இரண்டளில் அறிவியல் ஆய்வுக் கூடத்தில் பணியாற்றிவந்த சர் ராபர்ட் வாட்சன் வாட்டும், அதை ஒரு சவாலாக ஏற்று அதிலும் பகலும் ஆராய்ச்சிகள் புரிந்து சிறந்த சாதனையை ஏற்படுத்தினார்.

இந்த ஆராய்ச்சிகளின் பனறுக 1936ஆம் ஆண்டிலேயே இரண்டன் மாதகரையுள் தேய்க் ததியின் கழிமுகத்தையும் ஹேர் மானியர் தாக்குதலிலிருந்து காப்பதற்காக ி பெரிய ராடார் நிலையங்கள் ஒன்றுக்கொன்று 25 மைல் தொலைவில் அமைக்கப் பட்டன. சிறகு இரண்டாம் உலகப் போரின் தொடக்கத்தில் இங்கிலாந்தின் கிழக்கு, தெற்குக் கடற்கரை முழுவதிலும் கனாட் னத்து நாட்டிலும் ராடார் நிலையங்கள் பெருமளவில் ஏற்படுத்தப் பட்டன. இவை ஆங்கில நாட்டின் பாதுகாப்பிற்காக ஒரு

சங்கீதத் தொடர்போல் அமைக்கப்பட்டதால் இவற்றிற்குச் செலின் றோம் ரடார்கள் (chain home radars - C. H. Radars) எனப் பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. இவற்றில் சீலிருந்து 15 மீட்டர்கள் வரையிலான தீனமுடைய மிக்காத்த அலகுகள் பயன்படுத்தப்பட்டன. இவற்றின் ஸர்பீசியில் ஓர் ஏரியலிலும் ஏற்றியில் மற்றோர் ஏரியலிலும் பயன்படுத்தினர். ஸர்பீசியிலிருந்து ஏரியல்கள் 860 அடி உயரமுள்ள கோபுரங்களிலும், ஏற்றியில் ஏரியல்கள் 240 அடி உயரமுள்ள கோபுரங்களிலும் அமைக்கப்பட்டன. இவற்றின் உதவியால் 140 மைல் தொலைவிலுள்ள விமானங்களையும் அவை 15,000 அடி உயரத்தில் பறத்தபோதிலும் கண்டுகொள்ள முடிந்தது. மேற்கண்ட அமைப்பில் மிக தீனமான மிக்காத்த அலகையும் மிகப் பெரிய ஏரியல்களும் பயன்படுத்தப்பட்டன. மேலும், அவை உயர்த்த கோபுரங்களின்கீழே அமைக்கப்பட்டன. அவற்றைக்கொண்டு வெகு அதிக உயரத்தில் பறந்து வந்த விமானங்களைக் கண்டுகொள்ள முடிந்ததேயன்றித் தாழ்வாகப் பறந்து வந்த விமானங்களைக் கண்டுகொள்ள முடியவில்லை. எனவே, ஹெர்மான்சு தங்கள் போர் விமானங்களைத் தாழ்வாகவே அனுப்பி இங்கிலாந்தை அழிக்க முயற்சி செய்து ஓரளவு வெற்றியும் கண்டபோது மேலே சொல்லப்பட்ட அமைப்புகள் பயனற்றவைவாசியிட்டன. ஆகவே, ஆங்கில நாட்டு கிஞ்ஞானிகள் தங்கள் ரடார்பற்றிய ஆராய்ச்சியை மேலும் தொடர்ந்து சிந்தனைகளைப் பயன்படுத்தும் விதத்தைக் கண்டறிந்தனர். முன்னுமீட்டர் தீனமுடைய அலகுகளைப் பயன்படுத்தி மிகத் தகவியமான ரடார் சங்கீதப் பொன்றை அமைத்தனர். இதற்கு செலின்றோம் - லோ அமைப்பு (chain home-low system) என்று பெயர்.

மேலே சொல்லப்பட்ட இரு அமைப்புகளிலும் தாம் தொடக்கத்தில் விவரித்த முறையிலேயே, அதாவது எதிரின் கதிக் குழாயின் ஓயிர் திசையில் எதிரொளிச் செய்கையால் செங்குத்தான கொக்கி தோன்றும் முறையே கையாளப்பட்டது. ஆனால், தீவிரப்படுத்திக் இடங்காட்டி (plan position indicator) முறை கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பின்னர் இந்த முறையே கையாளப்பட்டது. அதனால், வானவெளியின் எத்தத் திசையிலுமிருந்து வந்த விமானங்களைக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அவற்றை தோக்கி விசைத்து சென்று தாக்கி அழிக்கும்படி தேசநாட்டு விமானக் கஞக்கு ஆணைகள் பிறப்பிக்கப்பட்டன. அவையும் அங் வானை களிக்கப்படியே சென்று அவற்றின்கீழ் பொருத்தப்பட்டிருந்த ரடார் சாதனங்களால் எதிரி விமானங்களை இனம் கண்டு, அவற்றைக் குறிதவறுதல் கட்டு நிர்மூலமாக்கின. இவ்வாறு மின்னல்

தாக்குதலாக இங்கிலாந்தை அழிக்கவேண்டும் என்று என்னிய ஜெர்மானிய விமானிகள் தங்கள் எண்ணம் எடுகுது அழித்து பட்டனர். தரைவிலகமக்கப்பட்ட ராடார்களைக் கொண்டும், ராடார் கருவி பொருத்தப்பட்ட ஏறத்தாழ நூறு சிறிய விமானங்கள் கொண்டும் இரவிலும் பகலிலும் மழையிலும் பனியிலும் மறைத்தும் எதிர்பாராது தாக்கவும் முனைந்த ஜெர்மானிய விமானங்கள் கட்டு வீழ்த்தினர். ஜெர்மானியர்கள் அழித்தனர்; இங்கிலாந்து காக்கப்பட்டது.

ராடாரின் போர்க்காலப்பணிகளை விளக்கிட இரண்டாம் உலகப்போர் மிகுந்த அளவு சான்றுகளைத் தருகின்றது. இந்தப் போர் தரை, கடல், ஆகாயம் ஆகிய மூன்று இடங்களிலும் தடைபெற்றது. இந்தப் போரில்பொழுது அட்வான்ஸுக் கடலில் திகழ்ந்த போரிலும் ராடாரின் சாதனைகள் மிகச்சிறந்தவை. ஜெர்மானியர்கள் விமானப்படைமீல் முன்னேறியது மட்டுமின்றிக் கடற்படைமீல் பல நூற்றாண்டுகளாக முன்னேடியாக விளங்கிய இங்கிலாந்து நாட்டின் கடற்படைக்கும் எடுகோடுக்க முனைந்தனர். அதன் ஒரு பகுதியாக ஆற்றல் மிக்க நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களைக் கட்டினர். அவர்களின் நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள் பலம் முழுதும் கடலினுள் அமிழ்த்து விடக்கும். இவரில் மேற்பார்விற்கு வந்து, நோதாடுகளின் கப்பல்களைத் திகடுதத் தாக்கி மூழ்கடிக்கும். இந்த விதமான பயங்கரத் தாக்குதல்களிலிருந்து நோதாட்டுக் கப்பல்களைக் காப்பாற்ற ராடார்தான் உதவியது. ராடார் கருவியில் ஒளி மிக்க துருவு விளக்குகள் (search-lights) பொருத்தப் பட்டன. ராடார் நீர்மூழ்கிக் கப்பல்க் கண்டுபிடித்தவுடனேயே இந்த விளக்கு அக் திசையில் ஆற்றல் மிக்க ஒளியைப் பாய்ச்சும். உடனே அந்த நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள் கடலினுள் மூழ்கிவிடும். இதனால் அவற்றின் செயல் சிறிது காலம் தடைப்பட்டு இருந்தது. வினாவிலேயே ஜெர்மானியர் இதற்கு ஒரு மாற்றவழி கண்டு பிடித்துவிட்டனர்.

தங்கள் நீர்மூழ்கிக் கப்பல்க் ஜெர்மானியர் ஒரு ரேடியோ ஏற்பிசை (radio receiver) திறுவினர். விமானத்தின் ராடாரிலிருந்து வரும் ரேடியோ அலைகளை ஏற்பதற்குத் தகுந்தவாறு இந்த ஏற்பிசை இணைவித்து நாட்டு நோ விமானத்தைக் கண்டுசெண்டனர். உடனே தங்கள் நீர்மூழ்கிக் கப்பல்க் கடலினுள் செலுத்தி மறைத்தனர். இதனை அறிந்த ஆங்கிலேயர் மிகக் குறுகிய தீன மூன்ற அலைகளை அதாவது கைக்ரோ அலைகளைப் பயன்படுத்தி ஆங்கிலேயர்கள் கைக்ரோ அலைகளைப் பயன்படுத்த ஆரம்பித்ததை ஜெர்மானியர் உணராமல் வந்ததால் ஆங்கிலேயரின் விமானங்கள் வசுவதனை அறித்து கொள்ளமுடியவில்லை. எனவே,

தம்மைத் தேடிவரும் ஆபத்தை வறியாமல் ஜெர்மானிய நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள் அச்சமீதற்கிக் கடலில் தரித்தன. ஆங்கிலேய விமானங் களின் தாக்குதலுக்குட்பட்டு அழிந்தன.

எந்த ஒரு விளைவிற்கும் மாற்ற விளைவு உண்டு என்பதைப் போல ஜெர்மானியர்கள் இந்த ஆபத்திலிருந்து தப்பவும், வேறொரு வழியைக் கண்டுபிடித்தனர். சாதாரண நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள் கடலுக்குள்ளேயே எப்போதும் இருக்கமுடியாது. காற்ற் தீர்ப்பு வந்தாக வேண்டியாகிலும் நீர்ப்பரப்பிற்கு வந்துதான் ஆக வேண்டும். அப்போது அவை அழிக்கப்படலாம். எனவே, எப்போதும் நீருக்குள்ளேயே இருக்கக்கூடிய நீர்மூழ்கிக் கப்பலை அமைத்தனர். இதில் ஷ்நாக்கெல் (schnorkel) என்ற ஒரு கருவி பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இது ஒரு செங்குத்தான குழாய் ஷ்னாக் அமைத்திருக்கும். இது நீர்ப்பரப்பிற்கு மேலே நீட்டிக் கொண்டிருக்குமாதலால் இதன் வழியே காற்று உட்செல்லும். இயந்திரங்களின் ஸ்ரீவு வாய்க்கக் தரிசு மேற்பரப்பில் வெளியேற் தப்படும். இதன் மேற்பரப்பு ஒரு சதுர மீட்டருக்குக் குறை வாகவும் நீர்ப்பரப்பிற்கு மேலே ஏதக்குறைய மூன்று அடியே நீட்டிக்கொண்டிருக்குமாதலால் ராடாரால் இதைக் கண்டு பிடிக்க முடியாது. இது ஆங்கிலேயருக்குப் பெரிய பிரச்சினையாக இருந்தது. எனவே, ஆங்கிலேயர்கள் வினாஸில் சி. செ.மீ. அலை களைப் பயன்படுத்தும் ராடாரைக் கண்டுபிடித்துவிட்டனர். இந்த ராடார் ஜெர்மானிய நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களைக் கண்டுபிடித்து அழித்து விட்டது. இவ்வாறு கடற்போரிலும் ஆங்கிலேயர்கள் தவிர ஒவ்வீ நின்று.

ராடாரைக் கொண்டு வானத்தையும், கடற்பரப்பையும், துருவி விமானங்களையும், கப்பல்களையும் கண்டுகொள்ளலாம் என்று கூறினோம். சில சமயங்களில் தம் விமானங்களும் அல்லது தம் கப்பல்களும் தம்மைத் தோக்கி வரலாம். அவை தம் விமானங் களா அல்லது எதிரி விமானங்களா என்பதை இதுகாறும் கூறிய ராடார் காட்ட முடியாது. இதற்கென ஒரு புதிய கண்டுபிடிப்பு கையாளப்பட்டது. அதற்கு ஐ. எஃப். எஃப். (I. F. F.) என்று பெயர். இது 'தண்டனா? எதிரியா என அடையாளம் காட்டி.' ) என்று பொருள்படும் (identification, friend or foe) என்பதன் கருத்தும் ஆகும். இந்த அமைப்பில் தம் விமானங்களில் ஒரு கருவி பொருத்தப்பட்டிருக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட அலை வரிசையில் வேலை செய்யும் தம்முடைய ராடாரின் கைகளைக் இதன்மீது பட்டவுடன் புதிய அலைகள் தோற்றுவிக்கப்படும். இந்த அலை களும், இவக்கிலும் எதிரொளிக்கப்பட்டுவரும் அலைகளுடன்

சேர்த்து கொள்ளும். இதன் காரணமாக ராடார் திறையில் எதிரொளியைக் காட்டும் கோக்கிக்கு அருகே வேறொரு கோக்கியும் தோன்றும். இதிலிருந்து நம்மை நோக்கி வரும் விமானம் நம் நாட்டு விமானம் என்று தெரிந்து கொள்ளலாம். ஒரு ராடார் நிலையத்திலிருந்து அனுப்பப்படும் அலைத் துடிப்புகள் விநோக்கப் போகவும் அவற்றை ஏற்று விடைவிறப்பதுபோல் வேறு ரேடியோ அலைத் துடிப்புகளை அனுப்புகின்ற அமைப்பும் அமைகின்றன. இத்தகைய அமைப்பிற்கு ராடார் பேக்கன் (radar beacon) என்று பெயர். இவ்வாறு ராடார் பேக்கன்களைப் பயன்படுத்தி விமானங்களை இனம் கண்டுகொள்ளலாம். ஒவ்வொரு குறியிட்ட விமானத்தையும் ஒவ்வொரு குறியிட்ட அதிர்வெண்ணிலேயே வேறு அலைகளைத் தோற்றுவித்து அனுப்பும்படி செய்து, அவற்றை ராடார் நிலையத்தில் பகுத்துப் பார்த்து, அவை எந்த விமானத்திலிருந்து வருகின்றன என்பதையும் தெரிந்துகொள்ளலாம். ராடார் கருவியைக் கொண்டு வானவெளியில் பறக்கின்ற ஓர் எதிரி விமானத்தையும் பிழிதோர் இடத்தில் பறக்கின்ற நம் விமானத்தையும் கண்டுகொண்டுவிட்டால், ரேடியோ தொலைபேசி வாயிலாக நம் விமானமோடு தொடர்பு கொண்டு எதிரி விமானத்தைப்பற்றிக் கூற அதனைத் தாக்கும்படி ஆணையிடலாம். (பொர் நடத்துகொண்டிருக்கும்பொழுது எதிரி நாட்டில் ஒருகுறியிட்ட இடத்தில் குறிதவறாமல் குண்டு வீசவும் ராடார் பயன்படுகின்றது) இத்தகைய ஒன்று ஒயோ (oboe) என்பதாகும். இதற்கு மூலவில் நம் நாட்டில் ஒரு குறியிட்ட இடைவெளியுள்ள இரண்டு இடங்களில் இரண்டு ராடார் நிலையங்களை அமைக்க வேண்டும். இவ்விரு இடங்களிலிருந்து நாம் தாக்கவேண்டிய இலக்கின் ஓரத்தினை மிகத் துல்லியமாகக் கண்டுபிடித்துக் கொள்ளவேண்டும். இதன் பின் நம்முடைய போர் விமானத்தில் ஒரு ராடார் பேக்கனைப் பொருத்த வேண்டும். இது நிலையங்களிலிருந்தும் கைகளை வளர்ப்பித் தாக்கச் செல்லும் போர் விமானத்தைச் சரியாக வழிகாட்டி இலக்கினை நோக்கி அழைத்துச் செல்வதென்றும். குறியிட்ட இடம் வந்தவுடன் ஆணைகளைப் பிறப்பித்துக் குண்டுகளை வீசச் செய்ய வேண்டும். இந்த முறையைப் பயன்படுத்தியே 1942-48ஆம் ஆண்டுகளில் ரூர் (Ruhr) போரில் வெற்றிகண்டனர்.

ஒயோ அமைப்பில், தரைவிலுள்ள இரு ராடார் நிலையங்கள் ஒரு குறியிட்ட நோத்தில் ஒரு விமானத்திற்குத்தான் வழிகாட்டமுடியும். இதனை மாற்றி H என்ற வேறொரு அமைப்பை அமைத்தனர். ஒயோவில் தரை நிலையங்கள் கட்டளைகளை அனுப்புகின்றன. விமானி அவற்றின்படி விமானத்தைச் செலுத்த வேண்டும். ஆனால், H அமைப்பில் தரை நிலையங்களில் ராடார்

மேகங்களும், விமானத்தில் ரூடர்டும் இருக்கும். விமானி இரு நிலையங்களிலும் ரேடியோ அலைகளை அனுப்புகிறான். அதாவது விமானி கேள்வி கேட்கிறது, தனது நிலையங்கள் பதில் அனுப்புகின்றன. நிலையங்கள் கொடுக்கும் பதில்களிலிருந்து விமானி தன் இருப்பிடத்தையும் தான் செல்லவேண்டிய இடங்களின் தூரத்தையும், திசையையும் அறிந்துகொள்கிறது. விமானி மேலும்பிறகு வேறு இலக்குகளையும் தாக்கடிக்கும். மேலும், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட விமானங்கள் தனாலேயுள்ள இரு நிலையங் களைப் பயன்படுத்தித் தனது இருப்பிடத்தைப் புரிந்து கொள்வ தோட்கூடாமல் பல்வேறு எதிரிகளைத் தாக்க முடியும். இவை இந்த H அமைப்பின் சிறப்புகளாகும்.

பேர் நடக்கும்போது ரூடர்ட் பொருத்தப்பட்ட கப்பல்கள் அல்லது பேர் விமானங்கள் எதிரிகளின் விமானங்களையோ, கப்பல்களையோ கண்டுகொண்டவுடன் அவற்றை தோக்கித் துண்டுக்கி விடவேண்டும். இதற்கு விமானம் தாக்கும் பிரக் களைப் (மின் வர் டாரி டுங்) பயன்படுத்துகின்றனர். ரூடர்ட் எதிரி விமானத்தைக் கண்டுபிடித்தவுடன் ஒரு மிக் எந்திங்- துணியாகப் பிரக் கி அந்த எதிரி விமானத்தைத் தோக்கித் தானாகவே திருப்பும். விமானப் பிரக்கியாக உடம்படக்கூடிய தூரத் திற்குள் வந்தவுடன் அதைப் பிரக் கி தானே கடும். துண்டுக்கிப் பிரக்கியிலிருந்து விதி எதிர்ப்பட்டதிலிருந்து எத்தனை விநாடிகள் கழித்து வெடிக்கவேண்டும் என்பதை ரூடர்ட் உருகுக் கம்பியின் (radar proximity fuse) துணிகொண்டு கணக்கிட்டு அனுப்புவார்கள். இந்த உருகுக் கம்பி அளவில் மிகமிகச் சிறியது. இந்த உருகுக் கம்பியே ஒரு சிறிய ரூடர்டைத் தொழிற்படு கின்றது. இது குண்டின் தலையில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். துண்டு இலக்கைத் தோக்கிச் செல்லும்பொழுது இந்தச் சிறு ரூடர்ட் அவித்தடிப்புகளை அனுப்பும். அவை இலக்கின்மீது பட்டு எதி ரொளிக்கொண்டு வரும். இப்படி எதிரொளிக்கொண்டுவரும் காலக் களை வறுவானது இலக்கின் தூரத்தைப் பொறுத்திருக்கும். இலக்கின் குறிப்பிட்ட சிறு தூரத்திற்குச் செல்லும்பொழுது இந்த எதிரொளிக்கொண்ட காலகவரின் வறு மிகுத்திருக்கும். இதனால் ஒரு கதார்டான் என்ற துவக்கிப்பட்டு உருகுக் கம்பியழியே அதிக மிக்ஜெட்டம் வரும். எனவே, கம்பி உருகி, குண்டுகளை வெடிக்கச் செய்யும் எந்திரைத் துவக்கி, துண்டுக்கி வெடிக்கும். இந்த அமைப்பின் துணியாகத்தான் ஆங்கிலேயர்கள் ஜெர்மனியர் களின் பதக்கும் V, ராக்மெட்டுகளை அழித்தனர்.

(எதிரியின் தாட்டிக் வான்குடை மீதவைகள் (parachutes) வழியாக வீசுகின்ற இலக்கையும், ரூடர்ட் பயன்படுத்தப்பட்டது.)  
 11.—24

முதலில் ஒரு சிறுவழி காணும் படை இதற்கென அனுப்பப்படும். அதைப் படை தன்னுடன் ஒரு ராடர் பேக்கனை எடுத்துச் செல்லும்; எதிரி நாட்டில் பாதுகாப்பான இடத்தைக் கண்டு பிடித்தவுடன் அங்கே முகாமிடும். இப்போது முக்கியப் படைபல (main body) ஏதேனும் செல்லும் விமானம் தன்னிடம் உள்ள ராடர் கருவியால் ரேடியோ அலைகளை அனுப்பி பேக்கன் உள்ள இடத்தை அறிந்துகொண்டு அதன் விடைபெற்று அங்கே வீரர்களை வான்குடை மிதவைகள் வழியாக இறக்கும். இம்மாதிரி வான அமைப்பிற்கு ரெபெக்கா-உரேக்கா (rebecca-urca) எனப் பெயர் கொடுத்திருக்கின்றனர். தரைவிலுள்ள ராடர் பேக்கனை உரேக்கா எனவும், விமானத்திலிருந்து கேள்வி கேட்கும் ராடர் பேக்கனை ரெபெக்கா எனவும் அழைக்கின்றனர். இதனால் வான்குடைப் படைகள் (para troops) மிகக் குறுகிய காலத்தில் எவ்வித ஆபத்துமின்றித் தம் இலக்கினை நோக்கிச் செல்லமுடிந்தது. இரண்டாம் உலகப்போரில் பர்மா, சிப்பி, தார் மண்டி, இந்தாவி, தென்ஹீரான்ஸ், வட ஆப்ரிக்கா முதலிய இடங்களில் நடந்த சண்டைகளில் இம் முறை பயன்படுத்தப் பட்டது. இந்த அமைப்பைக்கொண்டு கொலம்பியாப் படைகளை அழைத்துச் செல்லவும் அவற்றுக்குத் தேவையான ஊன், உடை, போரிக் கருவிகள் ஆகியவற்றைக் கொடுக்கவும் முடிந்தது.

போர்க்காலத்தில் எதிரியின் விமானங்களையும் கப்பல்களையும் ராடரின் ஊன்கொண்டு நாம் கண்டு கொள்வதுபோல நம் முகடய விமானங்களும் கப்பல்களும் எதிரிகளைத் தாக்கச் செல்லும் பொழுது அவற்றை நம் எதிரி கண்டு கொள்ளலாமல்லவா? இத் தகவல் ஆபத்துகளிலிருத்தும் நாம் நம்மைக் காத்துக்கொள்ள வேண்டும். இதற்கும் ஒரு வழி கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பகைவன் பயன்படுத்தும் ரேடியோ அலைகளின் - அடுக்கத்தைக் கண்டு கொண்டு அதே அலைகளை நாம் தமது கப்பலிலிருத்தும் விமானங்களிலிருத்தும் பரப்பினால் அவை நம்மிடம் பட்டுச் செல்லும் எதிரொளிச் சைகைகளுடன் கலந்து எதிரியின் ராடர் திசையில் குழப்பம் விளைவிக்கும். தொடக்கத்தில் இந்த முறையைக் கையாண்டு ஜெர்மானியர்கள் ஆங்கிலீஸர்களின் குழப்பமடைபச் செய்தனர். ஆனால், ஆங்கிலீஸர்கள் இந்தத் தொல்லையையும் பிறகு வெற்றிகொண்டுவிட்டனர். ராடர் கருவியைப் பிற்சொகு எளிதான முறையாலும் ஏமாற்றலாம். எதிரி நாட்டில் பறக்கும் விமானத்திலிருந்து எண்ணற்ற மெல்லிய உலோகத் தகடுகளைக் கீழே விசினால் அவை ராடர் சைகைகளை எதிரொளிக்கும். எனவே, ராடர் திசையில் எண்ணற்ற உருவங்கள் தோன்றும். இவற்றினிடையே விமானத்தை இனம் கண்டு கொள்ளமுடியாது.



இதுகாறும் போரில் ராடார் ஆற்றக்கூடிய பெரும் பணிகளைச் சுருக்கமாகக் கண்டோம். தேரிடைவாக எதிரியை அழிக்காவிட்டாலும், எதிரியின் அழிவிற்கு முக்கிய காரணமாவது ராடார் என்பது எல்லா நாட்டவரும் ஒப்புக்கொண்ட . ஒன்றே. அறிவியல் மிகப் பெரிய கண்டுபிடிப்புகளில் ஒன்றுதான். ஹீரோஷிமா, நாகசாகி ஆகிய ஜப்பானிய நகரங்களில் அளவற்ற சேதங்களை உண்டுபண்ணியதுமான அணுசூண்டு இரண்டாவது உலகப்போரை ஒரு மூடிவுக்குக் கொண்டுவந்தாலும், போர் நடந்த ஆறு அல்லது ஏழாண்டுகளில் நேர நாடுகள் ராடாரின் வளர்ச்சியில் ஊக்கங்காட்டி அதை மிகச் சரியாகப் பயன்படுத்தியதால் தான் நேரநாடுகள் ஜெர்மானியரின் பயங்கரத் தாக்குதல்களுக்கு எடுகொடுக்க முடிந்தது. தரைப் படை, விமானப் படை ஆகிய வற்றில் மிக்க வசிமை பெற்றிருத்தும், மேலும் எண்ணற்ற நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களும், அவற்றை இயக்குவதற்குத் திறமையான மாலுமிகளைப் பெற்றிருத்தும், ஜெர்மானியர் ராடாரின் வளர்ச்சியில் ஊக்கரை காட்டாது அலட்சியப் படுத்தியதால்தான் போரில் எழித்தனர். அண்மையில் ஆறு நாட்கள் நடந்த எகிப்து - இஸ்ரேலியப் போரில், எகிப்து ராடார்கள் சரியான முறையில் இயக்கப்படாததால் இஸ்ரேலியர் வென்றனர் என்பதும் உலகெந்த உண்மையாகும். நம் நாட்டின் வட எல்லையில் ராடார் பாதுகாப்பு (radar umbrella) கொடுக்கப்பட்டிருப்பதும் நம் நாட்டிற்கு மிக மிகத் தேவையானது என்பது இதனால் விளக்குகின்றது.

### வினாக்கள்

1. போரினாலேயே விஞ்ஞானம் வளர்கின்றது. ராடார் சம்பந்தப்பட்டவரை இந்தக் கருத்தை மெய்ப்பிக்க.
2. ராடாரை உண்டாக்கிய விஞ்ஞானிகளையும் அவர்களின் கண்டுபிடிப்புகளையும் தொகுத்து எழுதுக.
3. செயின் ஹோம் ராடார் என்பதைப்பற்றி நீ அறிவது யாது?
4. செயின் ஹோம் நாழுவான அமைப்பு என்பதைப்பற்றி நீ அறிவது யாது?
5. இரண்டாம் உலகப்போரில் நேர நாடுகள் ராடாரில் தேற்றமுற்ற மாலுமிகளையும் அவற்றை முறியடிக்க ஜெர்மானியர் கையாண்ட முறைகளையும் தொகுத்து வரைக. ஜெர்மானியர்களின் முயற்சியை நேர நாடுகள் எப்படி வெற்றிகண்டன என்பதையும் விளக்குக.

6. நம்மை நோக்கிப் பறந்து வரும் விமானம் நமது விமானம், எதிரி விமானம், என்று அடையாளம் கண்டுகொள்வது எப்படி ?
7. போர்க்காலத்தில் எதிரி தாட்டின்மீது குறிதவறாமல் குண்டு வீச ரூடர் எப்படிப் பயன்படுத்தப்படுகிறது ?
8. எதிரி தாட்டில் வான்குடை மிதவைகள் வழியே குண்டு வீச ரூடர் எப்படிப் பயன்படுகிறது ?
9. எதிரியின் தாக்குதலிலிருந்து நம் தாட்டை ரூடரில் உதவியால் எப்படித் காத்துக் கொள்ளலாம் ?
10. கடற்போரில் ரூடர் பயன்படும் விதம் யாது ?
11. சிறு குழிப்பு வகை :
  - (a) துருவ விளக்குகள்.
  - (b) ரூடர் பேக்கன்.
  - (c) ஒபே.
  - (d) ரூடர் பாதுகாப்பு.

## 27. ராடாரின் அமைதிக்காலப் பணி

(Uses of Radar in Peace)

உலகம் தோன்றிய நாளிலிருந்து இன்றுவரை போர் நடந்து கொண்டே வந்திருக்கிறது. நமது இந்தியத் துணைக்கண்டத்தை மட்டும் எடுத்துக்கொண்டால் ஆதியில் திராவிடர்கள், பிறகு ஆரியர்கள், அதற்கும் சிறிது காலத்திற்குப்பின் மூலம்மதியர்கள், இறுதியில் ஆங்கிலேயர்கள். இவர்கள் இத் நாட்டு மன்னர்களுடனும் சிற்சில சமயங்களில் தங்கள் இனத்தவருடனும் போரிட்டுக் கொண்டே வந்திருக்கின்றார்கள். பழைய ஏகாதிபத்தியங்கள் எடுத்துக் காட்டாக, ரோம ஏகாதிபத்தியம், சீன ஏகாதிபத்தியம் ஆகியவையும் போரினேயே எழ்ந்துபட்டன. ஐரோப்பாவில் பல நாடுகளுக்கிடையே போர், அமெரிக்காவில் உள்நாட்டுப் போர், ஏன்! நம் தமிழ்நாட்டிலேயே மூவேந்தர்களுக்கும் போர், குறுநிலமன்னர்களுக்கிடையே போர், இப்படி வரலாற்றின் எந்த ஏட்டைத் திரும்பினாலும் போரர்ப்பற்றிய செய்திகளே உள்ளன. போரினால் எண்ணற்றோர் உயிரிழக்கின்றனர். மிகுந்த பொருள்சேதம் ஏற்படுகின்றது. போரின் தொல்லைகள் போர்முடிந்து பல ஆண்டுகளுக்கும் பின்னரும் தீடிக்கின்றன. இருத்தும் எந்த நாளும் போரின் தீ வாழ்த்ததாக வரலாறு கிடையாது. போரைத் தவிர்க்க முற்பட்ட எவரும் நீண்டகாலம் அமைதியுடன் வாழ்த்ததில்லை. கனிக்கத்தையென்ற பேரரசன் அசோகன் போரின் கொடுமைகளைக் கண்டு மனம் வெதும்பி, போர் செய்வதையே நிறுத்தினான். அவனது நாடு விஜயநிலையே அழித்துப்பட்டது. உலக நாடுகள் ஒன்றையொன்று தம்பாதவரை-ஒன்றையொன்று ஐயப்பாட்டுடன் தோக்குமுவரை-போர்க்கருவிகள் பெருகிக்கொண்டுதான் இருக்கும். நாசத்தை வீணாக்கும் அணுசூண்டுகளைக் கடலில் எறித்துவிட வேண்டும் என்ற அறிவுகள் கூறாத இறுவரை எந்த வன்வரதம் செலிமடுக்கவில்லை. 'வல்லான் வகுத்ததே வாய்க்காகல்' என்ற வகையிலேயே நாடுகள் போய்க்கொண்டிருக்கின்றன. அமைதி,

அமைதி, உலகெங்கிலும் அமைதி நிலையென்றுமென்று நமது அரும் தலைவர்கள் பேசுகின்ற பேச்சுகள் செவிடில் காதிக்கு ஊதிய சங்கராவே இருந்துகொண்டிருக்கின்றன. ஓதல் உலகப்போருக்கும் பின்னர், இரண்டாவது உலகப் பெரும்போர்; இரண்டாவது உலகப் போரின் பயல்சர விளைவுகளை நேரடியாகக் கண்ட பின்னரும் கொரியாவில் போர், இந்தோனேஷியாவில் போர், பாக்கித்தானுடன் போர், எகிப்தில் போர், இம்மாதிரி போர்கள் தொடர்கதையாவே இருக்கின்றன. தங்களுக்குடையே உள்ள பிரச்சினைகளைத் தீர்த்துக்கொள்வதற்குப் போரை நாளும்வரை போர்க்கருவிகளைப் பெருக்கிக்கொண்டுதானிருக்கும். அந் துறையில் விஞ்ஞானிகளும் எடுபட்டுக்கொண்டுதானிருப்பர் அமைதிக்காகப் பெரும் பணிபாற்றுவோர்க்கு ஆண்டுதோறும் பரிசளிக்க ஆவன செய்த ஆல்பிரட் நோபல் என்பவரே வெடிமருத்து தயாரிப்பில் சிறந்த பரிசைப் பெற்றிருந்தார் என்பது நாம் அறிந்த ஒன்றாகும்.

அறிவியலில் எந்த ஒரு கருவியும் அல்லது ஒரு புதிய கண்டுபிடிப்பும் தானாகவே தீமை பயப்பதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு சிறு கத்தியை எடுத்துக்கொள்வோம். கத்தியைக் கொண்டு பழக்களை நறுக்கலாம். அதையே ஒருவனைக் கொல்வதற்கும் உபயோகிக்கலாம். இது கத்தியின் தவறாற்று. அதைப் பயன்படுத்துபவனின் தவறேயாகும். அமைப்போலவே அணு ஆற்றலைக் (atomic energy) கொண்டு மின்சாரம் தயாரிக்கலாம். கம்பக்களை ஒட்டலாம்; அல்லது அணுதூண்டு போன்ற கருவிகளைக் கண்டுபிடித்து மனித குலத்தையே அழிக்கலாம். இது அணு ஆற்றலின் தவறாற்று. அதைப் பயன்படுத்துவோரின் தவறாகும். எனவே, நன்மைவும் தீமைவும் எந்தக் கருவியிலும் இல்லை. அதைக் கையாளுபவரிடமே இருக்கின்றது. இதைப்போலவே ராடாரும் போர்க்காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டாலும், அதன் பணிகள் அமைதிக்காலத்தில் எண்ணற்றவை. அவற்றில் சிலவற்றை விளக்குவோம்.

ராடர் கடல் பயணத்தை அமைதியான மூலையில் மேற்கொள்வதில் சிறந்த மூலையில் பணிசெய்கின்றது. ராடர் பொருத்தப்பட்ட கப்பல்கள் தம்மைச் சூழ்ந்துள்ள பனிப்பாறைகள், கடலில் மூழைந்துள்ள மரிகளை ஆகியவற்றை எளிதில் கண்டுபிடித்து அவற்றின்மீது மோதிக் கொள்ளாமல் பாதுகாப்பாகச் செல்லமுடியும். இத்தகைய ராடர்கள் பெரும்பாலும் மிகப் பெரிய கப்பல்களிலேயே பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இருந்தாலும் சின்னியுக்கும் சிறு படகுகள், சிறு உக்ளாசர் படகுகள் ஆகியவை இவற்றுக்கு நன்மைபடையும். பெரிய கப்பல்களில் பொருத்

தப்பட்டுள்ள ராடார்கள் இவற்றைக் கண்டு தடுத்த முறையில் எச்சரிக்கும். எனவே, சிறுபடகுடன் பெரிய கப்பலுடன் மோதக் கூடிய அபாயம் தவிர்க்கப்படுகின்றது. கடற்கரையோரமாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ள ராடார்கள் கப்பல்களுக்கு வழிகாட்டி அவற்றைச் சரியான பாதையில் அழைத்துச் செல்லுகின்றன.

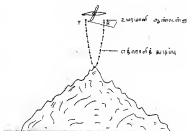
ஒரு கப்பல் துறைமுகத்தை நெருங்குவதாகக் கொள்வோம் அப்பொழுது துறைமுகத்திற்குள் செல்வதா, துறைமுகத்திற்குள் சென்று தங்க வசதியாக இடமுள்ளதா, வேறு கப்பல்கள் உள்ளனவா, செல்லவேண்டிய பாதை எது, ஆகத்து துறைமுகத்தினுள் துழையாமல் வெளியிலேயே நங்கூரம் பாய்ச்சவேண்டுமா என்பன போன்ற பல பிரச்சினைகள் உண்டாகின்றன. மேலும், அந்த வேளையில் துறைமுகத்தைப் பணிமூடியிருக்குமானால் பிரச்சினை பன்மடங்கு பெரிதாகின்றது. கப்பலில் ராடார் பொருத்தி இருந்தாலும் மேலே கூறிய பிரச்சினைகளைத் தீர்க்கமுடியாது. ஏனெனில், ராடார் அதற்கு முன்னுள்ள பொருள்களைமட்டும் காட்டுமேயல்லாது, வளைத்து சென்று முன்னால் நிற்கும் வேறொரு கப்பலுக்குப் பின்னால் இடமுள்ளதா என்பதைக் காட்ட இயலாது. எனவே, கப்பல் துறைமுகத்திற்கு வெளியிலேயே நங்கூரம் பாய்ச்சித் தங்க நேரிடும். அதுவும் பணிமூட்டம் பல நாட்கள் தொடர்ந்து இருக்குமானால் அதனால் ஏற்படும் பொருள் இழப்பு மிக அதிகமாகும். இம்மாதிரி நேரங்களில் துறைமுக ராடார் பெரிதும் உதவுகின்றது.

துறைமுக ராடார், துறைமுகத்தில் நிற்கும் கப்பல்கள், ஆகியவற்றின் ஊடு இடம் ஆகியவற்றைத் தெளிவாகக் காட்டும். இதற்கான ராடார் ஏரியர்கள் உயரமான கம்பிகளின்மீது அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இவற்றின் துணையால் துறைமுக அதிகாரிகள் ரேடியோ தொலைபேசியூஸ் வெளியே காத்துக்கொண்டிருக்கும் கப்பல் தலைவனுக்குத் தடுத்த ஆணைகளை இருக்கின்றனர். இன்னும் கப்பல் காலதாமதமின்றித் துறைமுகத்திற்குள் நுழைந்து வேறு கப்பல்களுடன் மோதாமல் சென்று தங்குகின்றது. மேலும், இத்தகைய துறைமுக ராடார்கள் வேறு வகைகளிலும் உதவுகின்றன. துறைமுகத்திலுள்ள மேடான இடங்களைக் குறிப்பதற்குச் சில மீதவைகள் (buoys) ஆங்காங்கே மீதக்கவிடப்பட்டிருக்கும். சில சமயங்களில் இவை தம் இடம்விட்டு நகர்ந்திருக்கும். அவ்வாறு நேர்த்தாகத் துறைமுக ராடார், அவற்றைக் காட்டிக் கொடுத்து விடும். அதிகாரிகள் அவற்றைச் சீர்செய்து விடுவர்.

அதிலேகத்தில், எடுத்துக்காட்டாக, மணிக் கு 400 மைல் வகத்தில், இரு விமானங்கள் ஒன்றையோக்கி யொன்று பறந்து

கொண்டிருப்பதாகக் கொள்வோம். விமானிகள் சிறிது அலட்சியமாக இருந்தாலும் இவை ஒன்றோடொன்று மோதி தொறுக்கிவிடும். இத்தகைய மோதல்கள் தவிர்க்க, அவை எதிரில் வரும் ஆபத்தை முன்கூட்டியே தெரித்துக்கொள்ளவேண்டும். அதுவும் குறைந்தது மூன்று நிமிடங்கள் முன்னதாகவாவது தெரிந்து கொள்ளவேண்டும். விமானங்களில் ராடாசு பொருத்தப்பட்டிருந்தால் அவை ஆபத்தை உணர்ந்து விடக்கூடச் செல்லாவிடும். பொதுவாக இந்த நேரங்களில் விமானங்கள் தாம் பறக்கும் உயரத்தை மாற்றிக்கொள்ளும். இரண்டு விமானங்களும் ஒரே மாதிரி உயரத்தை மாற்றிக் கொண்டாலும் ஆபத்து நீடிக்கும். எனவே, இதற்கு ஓர் அனைத்துமக்கள் கட்டுப்பாடு ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளது. அதன்படி சிறுக்கு நோக்கிச் செல்லும் விமானம் தன் வழியை மாற்றிக்கொள்ளவேண்டும். இதைப் போலவே விமானத்தில் ராடாசு பொருத்தப்பட்டிருந்தால் அது மலைப்பகுதிகளில் பறந்து செல்லும்போது மலைச்சிகரங்களில் மோதாமல் பாதுகாப்பான வழியறித்து செல்லமுடியும்.

விமானப் பயணத்தில் எதிர்த்திசையில் வரும் விமானங்கள் மலைச்சிகரங்கள், உயர்ந்த கட்டடங்கள் மட்டுமேயன்றி மேகக் கூட்டங்களும் ஆபத்தை விளைவிக்கக்கூடியவை. அதிலும் குறிப்



படம் 27.1

ராடாசு உயரமான

பாக 'சுமூலோ - நிம்பஸ்' (sumulo - nimbus) என்ற மேகக் கூட்டங்கள் பயங்கர எதிரிகளாகும். இம் மேகக் கூட்டங்களில் விமானங்கள் செல்லும்போழுது ஏற்படும் கொத்தளிப்பினால்

விமானங்கள் உடைத்துப்போவதுண்டு. எனவே, இவற்றை முன்னதாக இனம் கண்டு கொள்ளவேண்டும். இந்தத் துறை விமானத்திலுள்ள ராடார் 8 செ. மீ. அலை நீளமுடைய அலைகளைப் பயன்படுத்தி, 'கிபுழுவோ-தம்பஸ்' மேகக் கூட்டங்களை 40 மைல் வரையில் கண்டுபிடிக்கும். இந்த ராடாரில் ஆபத்தை விளைவிக்காத மற்ற மேகக் கூட்டங்கள் தெரியா. விமானம் பறந்துகொண்டிருக்கும் உயரத்தைக் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் கருவி உயரமானி (altimeter) எனப்படும். இதன் தத்துவம் படம் 27.1-ல் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

இது விமானம், அதற்குக் கீழேயுள்ள தரைமட்டத்திலிருந்து என்ன உயரத்திலிருக்கிறது என்பதைக் காட்டும்.

துறைமுகத்தில் உள்ள ராடார்களைப் போலவே விமான நிலையத்தில் வந்திறங்கும் விமானங்களை வழிநடத்த விமான நிலைய ராடார்கள் உள்ளன. அவை விமானங்கள் முறையாக எந்த வானிலையிலும் இறங்குவதற்குப் பயன்படும். இந்த விமான நிலைய ராடார் வானத்தில் ஏறக்குறைய 40 மைல் தொலைவில் விமானங்கள் வரும்போது அவற்றைக் கண்டு கொள்ளும். உடனே விமான நிலைய அதிகாரி ரேடியோ தொலைபேசியுடன் விமானியுடன் தொடர்பு கொள்வார். உடனே இறங்க முடியுமா என்பதறிவதும், ஆகியது காத்திருக்க வேண்டுமானாலும் எவ்வளவு நேரம் விமானத்தில் எந்த உயரத்தில் வட்டமிட்டுக் கொண்டு இருக்கவேண்டும் என்பதையும் விமானிக்குக் கூறுவார். நிலையத்தில் இறங்க வரத் திட்டமிட்டவுடன் விமானி இறங்கு பாதைக்கு நேராக வரும்படி வரையில் வழிவகை விவரமாகக் கூறிக் கொண்டே வருவார். இத்துடன் விமானத்தில் ராடார் கண் காணிப்பு நீண்டிருக்கும். பிறகு வேறொரு துறையிலான ராடாரின் உதவி கொண்டு விமானிக்கு வழி கூறப்படும். அதன்படி விமானம் பறந்து வந்து பாதையில் இறங்கும். இந்த முறைப்படி விமானங்கள் இரவு பகல் எந்த நேரத்திலும், எந்த நிலையிலும் சிறிதும் இடர்ப்பாடின்றிக் குறுகிய காலத்தில் இறங்க முடிகின்றது. இத்தகைய ராடார் அமைப்பிற்குத் தரைவழிக் கட்டுப்பாடு முறை (ground control approach - G.C.A.) என்று பெயர்.

கடலில் ஒரு கப்பல் சென்று கொண்டிருக்கும்பொழுது பாதை கண்டான் மோதியோ, குறுவளியில் சிக்கியோ முழுகிவிடலாம். இத் நிலையில் மாலுமி ரேடியோமூலம் உதவி கொர யீட்டி வேலைக் கப்பல்களும் விமானங்களும் ஆபத்திலுள்ள கப்பலை நோக்கிச் செல்லும். இதற்கிடையில் கப்பலில் உள்ளோர் ரப்பர் பிதலைகளிலும் சிறு படகுகளிலும் கடலில் இறங்கி உயிர் தப்பப் போராடு

வர். அவர்கள் மீட்சிக் கப்பல்க் காணலுடியும் ; ஆனால், கப்பல்க் உள்ளவர்களுக்குச் சிறிய படகில்க் உள்ள இவர்களைத் தெரியாது. இந்தச் சமயங்களில்க் ராடார் இருக்குமானாலும் அது தொலைவில்க் உள்ளவர்களைக் காட்டிக் கொடுத்துவிடும். அவர்கள் ஆபத்தி விடுத்து மீட்கப்படுவர்.

திரிங்கிலை வேட்டையாடுவோர் கடலில்க் திரிங்கிலத்தைக் கொன்றுவிட்டுக் கரைக்குத் திரும்பிவிடுவர். அப்படி வேறு வேட்டையாட்டுச் சென்றுவிடுவர். கொல்லப்பட்ட திரிங்கிலத்தைக் கரைக்கு இருந்துவரத் தனி வசதியுள்ள கப்பல்கள் தேவை. திரிங்கிலத்தை இருந்துவரச் செல்லும் கப்பல் துறைக் கடலில்க் தேடித் திரிசுன்ற தொல்லையைத் தவிர்க்க அதனைக் கொன்ற வர்கள் ரேடியோ அலைகளை எளிதில்க் எதிரொளிக்கும் ஒரு பொருளை அதன்மீது நட்புவிட்டுப் போய்விடுவார்கள். தேடி வரும் கப்பல் தன் ராடார் உதவியால் அதனை அறித்து விடும்.

துணைக்கோள்கள் (artificial satellites) செல்லும் பாதையை யும் வேகத்தையும் ராடார் துல்லியமாகக் கணித்து நமக்குத் தெரிவிக்கின்றது. இதைப்போலவே கண்டம் விட்டுக் கண்டம் பாயும் ஏவுகணைகள் (inter continental ballistic missiles) செல்லும் பாதையைக் கணித்துச் சொல்லவும் அவற்றை நேரான பாதையில் செலுத்தவும் ராடார் பயன்படுகின்றது. ராடார் வானிலையினில்க் (radar monitoring) மழை மேகங்களையும், சூழுவனிக் காற்றையும் துல்லியமாகத் தெரித்து கொள்ளுகின்றோம். ஏறக்குறைய 150 மைல் தூரம் வரை இவற்றை எளிதாகக் கண்டு கொள்ளலாம். இந்தத் துறையில்க் மித்தொரு முக்கியமான கருவி ரேடியோ சாண்டே (radio sonda) என்பதாகும். இதைப் பயன்படுத்தி, காற்றில்க் திசையை அறிவலாம். மேலும், வெகுவேறு உயரங்களில்க் வெப்ப நிலை, அழுத்தம், காற் பதன் (humidity) ஆகியவற்றையும் அளக்கலாம்.

ராடார் வானியலில்க் (radar astronomy) சத்திரனில்க் தூரத் தையும் ராடாரைக்கொண்டு அளக்கலாம். பூமியிலிருந்து அதிக அருகில்க் ரேடியோ அலைகள் சத்திரனைவடைத்து திரும்பிவர இரண்டரை வினாடிகள் ஆகின. சத்திரனில்க் தூரம் 2,99,560 மைல் என்று தெரியவந்தது. இது மிகத் திருத்தமாகக் கண்டறி யப்பட்ட முடிவாகும். மேலும் வெகுதொலைவினுள்ள விண்மீன் களும், விண்மீன் கூட்டங்களும் நெபுலாக்களும் (nebulae) அனுப்புகின்ற ரேடியோ அலைகளைப் பெரிய ஓசியங்களில்க் ஏற்று அவற் றின் இருப்பிடத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இது வானவெளி ஆராய்ச்சியில்க் மேலும் பல புதிய உண்மைகளை வெளிப்படுத்தும்.



இவ்வாறு ராடாரின் அமைதிக்காலப் பணிகளை விரித்துக் கொண்டே போகலாம். மனிதனின் அறிவு வளர வளர ஆராய்ச்சி தொடங்குகின்றது. அதன் பயனுடைப் புதிய புதிய விளைவுகள் தென்படுகின்றன. அண்மைநிகழ் துணைநிலைகளைப் பற்றிய அறிவு வளர்ச்சியடைந்துள்ளது. மேலும் ஆற்றல் மிக்க ஒளி அலைகளையே இப்போது பயன்படுத்துகின்றனர். மேசர் (maser), லேசர் (laser) எனப்படும் ஆற்றல் மிக்க ஒளிக்கற்றைகளைத் தற்போது உடைபாக்கி வானவெளிப் பயணத்தில் பெரிதும் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். இத்துறை முயலுவதும் வளர்ச்சியுற்றால் நமது அறிவில் விபத்தொரு மாறுதல்கள் ஏற்படும் என்பது நினைனம். இவற்றையெல்லாம் வேறொரு ஆத்தியாயத்தில் பார்க்கலாம்.

### வினாக்கள்

1. கடற்பயணத்தை ஆபத்தின்நி மேற்கொள்ள ராடார் எவ்வாறு பயன்படுகிறது?
2. ஒரு துறைமுகத்திற்குள் துறைய இடுக்கும் கப்பலுக்கு ராடார் எவ்விதம் பயன்படுகிறது?
3. விமானம் போக்குவரத்து ஆபத்தின்நி இடுக்க ராடார் எவ்வாறு உதவுகிறது?
4. ராடாரைப் பயன்படுத்தி ஒரு விமானி தனக்குக் கீழே உள்ள செங்குத்தான ஒரு புள்ளியிலிருந்து தனது உயரத்தை அளந்துகொள்கிறான். எப்படி?
5. ஒரு விமானநிலையத்தில் வந்து இறங்கும் விமானத்திற்கு ராடார் எவ்வாறு உதவுகிறது?
6. விபத்தில் சிக்கியவர்களுக்கு ராடாரைக் கொண்டு எப்படி உதவலாம்?
7. திமிங்கல வேட்டையில் ராடார் பயன் படுத்தப்படும் விதத்தை விவரி.
8. சிறு குழிப்பு வரைக :
  - (a) கடலில் மீதவைகள்./
  - (b) ராடார் உயரமானி.
  - (c) 'கிரவுண்ட் கண்ட்ரோல் அப்பேரர்.'
  - (d) ராடார் வானிலை இயல்.
  - (e) ராடார் வான் இயல்.

## 28. தொலைக்காட்சி

(Television)

மிகக் குறுகிய அலைகளைப் பயன்படுத்துகின்ற மற்றொரு கருவி தொலைக்காட்சியாகும். எனவே, தொலைக்காட்சியைப்பற்றியும் சிறிது இந்த நூலில் கூறுவது பொருத்தமாகும். ரேடியோவில் ஒரு நிலையத்தில் திடீராக ஒலி மிக்காந்த அலைகளினால் பரப்பப் பட்டு மற்ற இடங்களில் கேட்கப்படுகின்றது. இம்மாதிரியே பேச்சு, பாட்டு இவைகளைக் கேட்பதுடன் அவற்றை திகழ்த்து பவர்களையும், நாடகங்களையும், மற்ற இடங்களில் உடனொர் கணக் கூடுமானால் அதன் இனிமை அதிகமாகும். இதனைச் செய்வதே தொலைக்காட்சியாகும். நம் நாட்டில் தொலைக்காட்சி அதிக அளவில் இன்னும் வரவாயில் இருந்தாலும் மேல் நாடுகளில் பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பே கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, இப்பொழுது நன்றாக உபயோகத்திற்கு வந்துள்ளது. தொலைக் காட்சியின் தந்தை நிகோவ் (Nipkov) என்ற விஞ்ஞானியாவார்.

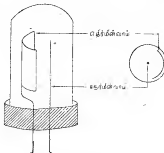
ரேடியோவில் ஒலி அலைகள் வயர்க்ரோப்போனில் மின் அலைகளாக ஊற்றப்பட்டு, பெருக்கப்பட்டு, அதிக அடுக்கமுடைய ரேடியோ அலைகளுடன் உரிய முறையில் கலக்கப்பட்டு வான வெளியில் மிக்காந்த அலைகளாக அனுப்பப்படுகின்றன. அந்த அலைகள் ஏற்றியின் ஏரியலில் வங்கப்பட்டு ஒலி அலைகளுக்குரிய மின்னலைகள் மட்டும் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவற்றுக்கு மேலும் ஆற்றனுட்டி ஒளிப்பாணில் செலுத்தி ஒலி அலைகளாகத் திரும்பப் பெறுகின்றோம். இந்த முறைதான் சில மாறுதல்களுடன் தொலைக் காட்சியில் தடைபெறுகின்றது.

தொலைக் காட்சியில் ஒலி அலைகளுக்குப் பதிலாக ஒளி அலைகளைப் பயன்படுத்துகிறோம். ஒரு பொருளின் நிறம், ஒளிப்பகுதி களை மின்னலைகளாக மாற்றி ரேடியோ அடுக்க அலைகளுடன் உரிய முறையில் கலந்து வான வெளியில் அனுப்புகின்றனர்

தொலைக்காட்சி ஏற்றியில் மின்னலைகள் பிரிக்கப்பட்டு, காட்சிக் கான அலைகள் மட்டும் உகிய கருவிகள் மூலம் ஒளி தீழல் பகுதி களாக மாற்றப்பட்டு, படத்தை உருவாக்குகின்றன. ஆகவே, தொலைக்காட்சி என்பது ஒளி அலைகளைப் பற்றியதே. தொலைக் காட்சிக்குத் தேவையான சாதனங்கள் ஒளி மின்சகம் (photo - electric cell) எதிர்பின் சுதிர்த்துழாய் ஆகியவையாகும். எதிர் மின் சுதிர்த்துழாயைப் பற்றி மூன்பே விரிவாகக் கூறப்பட்டுள்ளது. இப்பொழுது ஒளி மின் கலத்தைப்பற்றிச் சிந்தனையு பார்ப்போம்.

ஒளி மின்சகம் :

ஒளியைக் கொண்டு மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கலாம் என்ற கொள்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டது ஒளி மின்சக வாகும். இதன் அமைப்பு, படம் 28.1 க் காட்டப்பட்டுள்ளது.



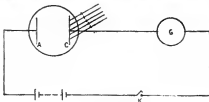
படம் 28.1

ஒளி மின்சகம்

கண்ணாடி அல்லது குவாசிடஸ் (quartz) போன்ற படிகத் தாளை ஒரு குழாய் ஒளி பகுதற்கான ஒரு சிறு இடைவெளியைத் தவிர மற்றப் பகுதிகளில் மூடப்பட்டிருக்கும். குழாயிலுள்ள காற்று வெளியேற்றப்பட்டு அங்கு வெற்றிடமாக இருக்கும். குழாயினுள் இடைவெளிக்கு எதிராக ஓர் அரை வட்டத் தகடும், குழாயின் நடுவில் ஒரு கம்பியும் உள்ளன. அரை வட்டத் தகட்டின் உட்புறம் வெள்ளி மூலம் பூசப்பட்டுள்ளது. இந்த வெள்ளிப்

பூச்சிரித்து சோடியம், பொட்டாசியம், ருபீடியம், சீசியம் போன்ற ஒளி உணர் பொருள்களின் பூச்சு உண்டது. இவை துத்த நாகத்தைவிட அதிக எலக்ட்ரான்களை வெளிவிடக்கூடியவை வனாகும். இவை வெளிவிடும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை ஒளியின் செறிவையும் பொறுத்ததாகும். குழாயின் தடுவேவுள்ள கம்பி நேர்மின்வாயாகவும், அரைவட்டத் தகடு எதிர்மின்வாயாகவும் இயங்குகின்றன.

படம் 28·2-ல் காட்டியதுபோல் ஒளி மின்கலத்துடன் ஒரு மின்கலம் இணைக்கப்பட்டிருப்பதாகக் கொள்வோம். ஒளி மின்கலத்தின் எதிர்மின்வாய்-மின்கலத்தின் எதிர்மின்வாயுடனும் ஒளி மின்கலத்தின் நேர்மின்வாய் மின்கலத்தின் நேர்மின்வாயுடனும் இணைக்கப்படவேண்டும். ஒளி மின்கலத்தின் இரு மின்வாய்களுக்கிடையே இணைப்பில்லாததால் சுற்றில் மின்குறைபட்டம் நிகழ முடியாது.



படம் 28·2.  
ஒளி மின் வினைவுச்சுற்று

இப்பொழுது ஒளி மின்கலத்தின் எதிர்மின்வாய்விது ஓர் ஒளிக் கற்றையைச் செலுத்துவோம். எதிர்மின்வாய் ஒளி உணர் பூச்சிரித்து எலக்ட்ரான்கள் வெளிப்படுகின்றன. குழாயின் தடுவேவுள்ள கம்பி நேர்மின்குறைபட்டம் பெற்றிருக்கதால் எலக்ட்ரான்கள் ஆற்றக் கம்பினை நோக்கி ஈர்க்கப்படுகின்றன. எனவே, ஒளிக்கற்றை காரணமாகக் கம்பியில் மின்குறைபட்டம் நிகழுகின்றது. ஒளியினால் மின்குறைபட்டம் நிகழ்வதால் இத்தக் கருவிக்கு ஒளி மின்கலம் என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டது.

தொலைக்காட்சியில் ஒளிமின்கலமும், எதிர்மின் கதிர்க்குழாயும் சிறந்த பங்கு வகிக்கின்றன என்று முன்பு கூறினோம். தொலைக்காட்சியில்லாமல் பயன்படவேண்டிய பொருளின் பகுதிகள்

மின்னுமிழுகளாக மாற்றப்பட வேண்டும் என்றும் கூற்றேனும். ஒரு காட்சியின் எல்லாப் பகுதிகளையும் ஒரே மையத்தில் மின்னாடிப் புகளாக மாற்ற முடியாது. புத்தகத்திலுள்ள ஒரு பக்கத்தை எப்படி ஒவ்வொரு வரிவாகப் படிக்கின்றோமோ அதே முறையில் தான் தொலைக்காட்சியிலும் ஒவ்வொரு பகுதியும் சிறு சிறு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு மின்னாடிப் புகளாக மாற்றப்படுகின்றது. இப்படி ஒரே காட்சியைப் பல பிரிவுகளாகப் பிரித்து ஆராய்வதற்கு வரிக்கண்ணோட்டம் (scanning) என்று பெயர்.

வரிக்கண்ணோட்ட முறையில் பகுத்தறிதரீய சாதனத்தை முதன்முதலில் கண்டுபிடித்தவர் தொலைக்காட்சியின் தந்தை 'நிப்கோவ்' ஆவார். எனவே, இதற்கு நிப்கோவின் தட்டு (Nipkov disc) என்றே பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. இந்த சாதனத் தகட்டில் அதன் ஓரத்திலிருந்து மையத்தை நோக்கிச் சுருள்வில் (spiral) வடிவில் பல சிறு துளைகள் அமைத்துள்ளன. இது துளைகளுக்கு இடையேயுள்ள தூரம் ஏற்பேயில் உருவாக்கப் படும் படத்தின் அகலத்திற்குச் சமமாகும். தகட்டின் மையத்திலிருந்து ஒரு துளையின் மையத்திற்கும், அதனை அடுத்துள்ள துளையின் மையத்திற்கும் உள்ள தூரம் ஒரு துளையின் அகலத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். காட்சிக்கு முன்னும் தட்டு விளக்காகச் சுற்றப்படுமெல்லது அடுத்தடுத்துத் துளைகள் வழியாகச் செல்லுகின்ற ஒளி காட்சியை வரிக்கண்ணோட்ட முறையில் பகுக்கின்றது. ஒவ்வொரு துளையும் அதற்கு முத்தியதைவிடத் தட்டின் மையத்தை நோக்கிச் செல்வதாக ஒவ்வொன்றும் அதற்கு முன்புள்ள துளை வரிக்கண்ணோட்டப் படுத்தியதை விடத் தட்டின் கீழேயுள்ள பகுதியை வரிக்கண்ணோட்டப்படுத்தும்.

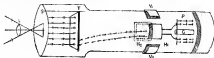
நிப்கோவ் தட்டை ஒரு காட்சியின் முன்னும், ஓர் ஓர் மின் கலத்தைத் தட்டிற்குப் பின்னும் வைத்துத் தட்டை வேகமாகச் சுழற்றுவதாகக் கொள்வோம். தட்டு சுற்றப்படுமெல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட துளை, மேல் இட முனையிலிருந்து வலமுனையுக்குக் காட்சியின் குறுக்கே செல்லுகின்றது. ஆகவே, காட்சியின் அத் தப்பகுதியிலிருந்து எதிரொளிக்கப்பட்டு ஓளி மின் கலத்தை அடைதும் ஒளிக்கதிர்களின் செறிவு அந்தக் காட்சியின் பல்பெறு பகுதிகளின் ஒளி திறப் பகுதிகளுக்கெப்பக் கூடியும் குறைத்தும் அமையும். எனவே, ஒளிர் மின் கலத்தின் எதிர்பின் வாயிலிருந்து வெளிப்படும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும், அதன் காரணமாக ஏற்படும் மின்னோட்டத்தின் அளவும் கூடியும் குறைத்தும் ஒரு மாறு மின்னோட்டமாக (varying current) அமைகின்றது. இந்த மாறுமின்னோட்டம் தகுந்த முறையில்

பெருக்கப்பட்டு ரோடியோ அடுக்க அலைகளுடன் பண்பெற்று முறைமை வகைப்பட்டு வானவெளியில் மின்சாரத் துறைகளாக அனுப்பப்படுகின்றது. மேலே சொல்லப்பட்ட துறைக்கு அடுத்த உள்ள துறை மூன்று வரிக்கண்ணோட்டப்படுத்தப்பட்ட பகுதியைப் பொட்டி கீழேயுள்ள பகுதியை வரிக்கண்ணோட்டப்படுத்தும். அத்தப் பகுதியிலுள்ள ஒளி நிழற்பகுதிகளும் மூன்று கூறியவாறே வானவெளியில் அனுப்பப்படும். இவ்வாறு தட்டிலுள்ள முதல் மூன்று முதல் இறுதியிலுள்ள ஈழை எல்லாத்துறைகளும் தட்டு ஒரு முறை சுற்றும்போது காட்சியின் முழுப்பகுதியையும் சிறுசிறு பகுதிகளாக வரிக்கண்ணோட்டப்படுத்துவதனால் காட்சி முழு வதும் மின்னாடிப்புகளாக மாற்றப்பட்டு வானவெளியில் அனுப்பப்படுகின்றது.

மேலே கூறப்பட்டவாறு வானவெளியில் அனுப்பப்பட்ட மின்சாரத் துறைகள் ஏற்பியில் பெறப்பட்டு, அவற்றினின்றும் காட்சிக்கான மின்னாடிப்புகளிலும் தனியே பிரிக்கப்படுகின்றன. பிரிக்கப்பட்ட மின்னாடிப்புகள் பெருக்கப்பட்டு ஒரு தியான் விளக்கை இயக்கப் பயன்படுகின்றன. இந்த மின்னோட்டம் ஒரு மாறுதலை மின்னோட்டமாகவாக, பரப்பினிலிருந்து காட்சி யின் ஒளி தீழல் பகுதிகளுக்கேற்ப தியான் விளக்கு ஒளி மிதத் தும், ஒளி குறைத்தும் எரியும். இந்த தியான் விளக்கின் மூன்று பரப்பிலுள்ள திப்பால் தட்டை எல்லா விதத்திலும் ஒத்த வேறு ஒரு தட்டு அதே வேகத்தில் சுழலுகின்றது. இந்தத் தட்டின் துறைகள் தியான் விளக்கின்மூன்று சுழலும்போது, விளக்கின் ஒளியானது துறையின் வழியாக ஒரு திசையில் விழுகின்றது. தியான் விளக்கு ஒளி மிதந்து எரியும்போது திசையில் ஒளியின் வலிமை மிக அதிகமாகவும், தியான் விளக்கு மங்கலாக எரியும் போலுது திசையில் ஒளியின் வலிமை குறைந்து மிதக்கும். ஆகவே, திசையில் மாறும் ஒளி வலிமையுள்ள ஒரு புள்ளி விழும். தட்டு சுழலும்போது ஒளிப்புள்ளியும் திசையில் அதையும். இவ்வாறு துறைகள் ஒவ்வொன்றாக தியான் விளக்கின் மூன்று தடவும் போது உருவாகும் எல்லாப் பகுதிகளும் சேர்த்து திசையில் ஒளிப் பரப்பை உண்டாக்கும். பரப்பி, ஏற்பியிலுள்ள திப்பால் தட்டுகள் ஒரே விதமாக அமைத்திருப்பதாலும், அவை ஒரே வேகத்தில் சுழல்வதாலும் ஏற்பியின் திசையில் பரப்பியில் உள்ளதைப் போலக் காட்சி அமைவும். இவ்வாறு காட்சியை முழுமை வாகக் காண்பதற்குத் தட்டு குறைத்ததுவினுக்கு 80 தடவைகளாவது சுற்றப்பட வேண்டும். தொலைக்காட்சியைத் தொடங்கி வைத்த ஜான். எல். பேயர்டு (John L. Baird), நிப்கோவ் (Nipkov) ஆகியோர் உருவிகள், தட்டுகள் முதலிய எந்திர, மின்சாரக்

கருவிகளைக் கொண்டு அதனை உருவாக்கி வெற்றி கண்டார்கள் எனினும் காட்சி மிகவும் தெளிவின்றி இருந்தது. ஆகவே, தற்காலத் தொலைக்காட்சியில் காட்சியை வரிக்கண்ணோட்டப் படுத்தும் வேலிமைப் பரப்பினிலும், ஏற்பினிலும் எலெக்ட்ரான்கள் செல்கின்றன. எலெக்ட்ரானின் திறை மிகமிகக் குறைவானதால் அவற்றை அறிவினாவாக மூன்றும் பின்னும் நகர்த்த முடியும். எனவே, காட்சியை வரிக்கண்ணோட்ட மூன்றலில் பிரித்தலும் வினாவாக தடைபெறும். தனின் தொலைக்காட்சி சாதனங்களில் எலெக்ட்ரான் கற்றை ஒரு வினாடியில் இடமிருத்து லைமாக 525 மூன்ற நகருகின்றது. காட்சி மூலுவதும்  $\frac{1}{25}$  வினாடியில் வரிக்கண்ணோட்டப்படுத்தப்படுகின்றது. இதைப்பற்றி இப்போது விரிவாகப் பாப்போம்.

தற்காலத்திய தொலைக்காட்சிகளில் மிம்ப ஆர்திக்கான் (image orthicon) என்கு குழாய் பயன்படுகின்றது. இது மூன்று பகுதிகளையுடையது: (1) மிம்பப்பகுதி (image section) (2) எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கி (electron gun), (3) வரிக்கண்ணோட்டப் பகுதி (scanning section). இத்த ஆர்திக்கானின் அமைப்பு, படம் 25.8ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. குழாயின் ஒரு முனையில் எதிர்மின்னழுத்த மூன்ற ஒரு மெல்லிய ஒளி உணர்வு ஏடு, அதன் மின்னூல்



படம் 25.8

ஆர்திக்கான்

ஒரு மெல்லிய இலக்குமுள்ளன. இவை இரண்டிற்குமிடையில் இலக்கிற்கு அருகே இலக்கைப் பொறுத்து தேர்வியேற்றப்படப் பெற்றுள்ள ஒரு நெருக்கமான வலிக்கம்பித் திறை உள்ளது. இத்தப் பகுதிக்கும் மிம்பப் பகுதி என்று பெயர். எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கி குழாயின் மறுமுனையில் அமைந்துள்ளது. மிம்பப் பகுதிக்கும், எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கிக்குமிடையே வரிக்கண்ணோட்டப் பகுதி உள்ளது. வரிக்கண்ணோட்டப் பகுதிவினுள்ள கம்பிச் சுருள்கள் எலெக்ட்ரான் கற்றைவைக் கிடைமட்டத்திலும் செங்குத்தாகவும் அமைப்பதற்கான கார்த்தப் புலங்களை, அவற்

நிவழியே மிக நேரூட்டம் பாயும்போது உருவாக்கும். இங்கு ஓடும் மிகநேரூட்டம் இரம்பர்பக் மிகநேரூட்டமாயும். இதரம்பந்ரி முன்னரே விரிவாக உரம்பட்டுள்ளது. இந்த மிகநேரூட்டதால் ஏற்படுகின்ற காதற்பலமும் சித்திரகிந்தாக ஒரு திசையில் அநீகித்துக்கொண்டே சென்று நிறகு நிவரணச் சமீபாகிறது.

இனி, ஆர்திக்ஷன் இவங்கும் [மிதத்தாகக் காண்போம். பரம்பம்பலேண்டிய காட்சியின் பிம்பம் ஒளியுணர்வு ஏட்டிக்ஷன் அதன் இடப் பக்கத்தில் விழுமாறு செல்வப்படுகின்றது. இந்த ஏடு மிகவும் மெல்லியதானதால் அதன் வலப்பக்கத்தில் விருத்தி எலெக்ட்ரான்கள் வெளியிடப்படுகின்றன. பல பகுதி களிலிருத்தும் வெளியிடப்படும் எலெக்ட்ரான்கள் அதன்மீது விழுத்திருக்கும் ஒளி அளவுகளுக்கேற்ப அதன்மையும். இந்த எலெக்ட்ரான்கள் வலக் கம்பீத் திசையை நோக்கி ஈர்க்கப் படுவதால், அவை ஊடுருவிச் சென்று இலக்கை மோதுகின்றன. ஒளியுணர் ஏட்டிக்ஷன் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியிலிருத்து கிளம்பும் எலெக்ட்ரான்கள் தக்கமுதறையில் குவிக்கப்பட்டு இலக்கில் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியை அடைகின்றன. இவ்வாறு இலக்கை மோது கின்ற எலெக்ட்ரான்கள் அதன் பல பகுதிகளிலிருத்தும் எலெக்ட்ரான்களை வெளியெற்றுகின்றன. ஆகவே, இலக்கின் பல பகுதி களில், ஒளியுணர்வு ஏட்டிக்ஷன் படுகும் பிம்பத்தின் பல பகுதிகளின் ஒளி வலிமைக்கேற்றவாறு அதிக அளவிலோ குறைந்தோ எலெக்ட்ரான் குறைவு ஏற்படும். இதற்குத் தகுந்தவாறு அப் பகுதிகள் நேர்மின்னுடட்டம் அதிக அளவிலோ, குறைந்தோ பெற்றுக் காணப்படும்.

மேலே உரம்பட்ட முதறையில் அமைந்த இலக்கின் பிம்பமும் எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கியிலிருத்து வெளியும் எலெக்ட்ரான் கற்றையால் வரிக்ஷன்னேரூட்ட முதறையில் துருவப்படுகின்றது. அப்போது இலக்கின் பகுதிகளுக்குக் கற்றை தன்னிடமிருத்து எலெக்ட்ரான்களைக் கொடுக்கின்றது. மீதமூன்ற எலெக்ட்ரான்கள் துப்பாக்கியை நோக்கித் திரும்பச் செல்லுகின்றன. திரும்பச் செல்லும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை கணத்திற்குக் கணம் பிம்பத்தின் ஒளி நிறப் பகுதிகளுக்கேற்பக் குறைவாகவும் அநீ கித்தும் மாறிமாறி அமையும். எனவே, எலெக்ட்ரான் கற்றை மீதுள்ள மிகநேரூட்டமும் மாறிமாறி அமையும். இவ்வாறு ஏற் படும் மாறுதிகள் மிகநேரூட்டம் தகுந்த முதறையில் பெருக்கப் பட்டு ஒரு மீத்தடை வழியாக வெளியே எடுக்கப்படுகின்றது. நிறகு ரேடியோ அடுக்க அலைகளுடன் பண்பெற்றம் செல்பப் பட்டு வான வெளியில் அனுப்பப்படுகின்றது.

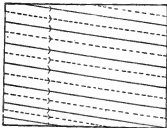


காட்சியின் வெவ்வேறு பகுதிகளை அவற்றின் ஒளி, நிழல் தன்மைகளுக்கேற்ப மின்னூட்டங்களாக எவ்வாறு மாற்றுவது என்று இதுவாறும் கண்டோம். இவ்வாறு மாற்றப்பட்ட அலைகள் ரேடியோ அடுக்க அலைகளோடு கலக்கப்பட்டு மின்காந்த அலைகளாக வானவெளியில் அனுப்பப்படுகின்றனவென்றும் கூற்றோம். இந்த அலைகளிலிருந்து காட்சியை எவ்வாறு பிரித்தெடுப்பதென்று இனிக் காண்போம். தொலைக்காட்சி ஏற்பீக்கு 'விடியோ' (video) என்று பெயர். இதில் மின்னூட்டங்களின் ஒளியாக மாற்றுவதற்கு எதிர்மில் கதிர்க்குழாய் பயன்படுகின்றது. இதைப்பற்றி முன்பே விரிவாகக் கூறப்பட்டுள்ளது. இந்தக் குழாய்க்கு 'கினஸ்கோப்' (kinescope) என்று பெயர். பரப்பிலிருந்து மின்காந்த அலைகளாக வரும் காட்சிக்கான மின்னூட்டங்களும் அவற்றைத் தாக்கிவரும் ரேடியோ அடுக்க அலைகளும் ஏற்பீவின் ஏரியலில் வாங்கப்பட்டு, பின்னர் பெருக்கப்படும். காட்சித் துடிப்புகளை ரேடியோ அடுக்க அலைகளினின்றும் பிரித்து கினஸ்கோப்புக்குக் கொடுப்பர். பரப்பிலில் படப்பிரதிக்கு குழாயில் வரிக்கண்ணோட்ட முறையில் துருவுகின்ற எலெக்ட்ரான் கற்றை ஒளி மிகுந்த பகுதியில் விரும்போது ஏற்பீவின் கினஸ்கோப்பில் பொட்டு ஒளி மிகுந்தும், நிழற்பகுதியில் விரும்போது பொட்டு ஒளி குறைத்துமிருக்கும். மேலும் பரப்பிலில் எலெக்ட்ரான் கற்றை துருவுகின்ற வேகமும் கினஸ்கோப்பில் எலெக்ட்ரான் கற்றை அசைகின்ற வேகமும் ஒன்றாக இருத்தல் வேண்டும். பெரும்பாலான ஏற்பீகளில் திரையில் படம் நேரடியாகவே உருவாகப்பட்டுப் பார்க்கப்படுகின்றது. சிலவற்றில் சமதள ஆடி ஒன்றில் எதிரொளிக்கப்பட்டுத் தக்க குவி வில்லைகளாக பெரிதாக்கப்பட்டுத் திரையில் வீழ்த்தப்படுகின்றது.

**வரிக்கண்ணோட்டம் (Scanning) :**

காட்சிகளைப் பரப்பிலிருந்து அனுப்பி முழுமையாக ஏற்பீவில் பெறுவதற்கு எலெக்ட்ரான் கற்றை, பரப்பி, ஏற்பி இரண்டிலும் முழுமையாகத் துருவ வேண்டும். பரப்பிலில் கற்றை இலக்கின் குறுக்கே இடமிருந்து வலமாகவும் மேலிருந்து கீழாகவும் அசைகின்றது. இரு கம்பீச் சுருள்களுக்கு இரம்பப்படல் மின்னழுத்தத்தைக் கொடுப்பதால் இது சாத்தியமாகின்றது. ஒரு சுருளிலுள்ள மின்னழுத்தம், கற்றையை இடமிருந்து வலமாகவும் மற்றச் சுருளிலுள்ள மின்னழுத்தம், கற்றையை மேலிருந்து கீழாகவும் நகர்த்துகின்றது. பின்னப்பட்ட வரிக்கண்ணோட்ட முறையில் (Inter-laced scanning) மொத்தமாக 408 கோடுகள் உள்ளன. அவற்றில் படம் 28.4 க் காட்டியவாறு மேலேயுள்ள கோடும், அடியிலுள்ள

கோடும் அதைக் கோடுகளாகும். ஆகவே, மொத்தம் 405 கோடுகள் உடனான.



படம் 28.4  
வரிக்கண்ணோட்டம்

ஒவ்வொரு முழுத் துருவத்திலும் இரு நிலைகளில் செயல்படுகின்றன. கிடைமட்டக் காத்தப் புலத்தை இயக்கி உச்சிக்கோடு துருவப்படுகின்றது. இது முடிவுற்றதும் கற்றை இடக் கோட்டிற்குக் கொண்டு வரப்படுகின்றது. இதற்கு கிடைமட்ட விரவுச் சுற்று (horizontal sweep circuit) செய்கின்றது. அதே சமயத்தில் செங்குத்து விரவுச் சுற்று கற்றைநகல மூன்றாவது கோட்டிற்குக் கொண்டு வருகின்றது. ஒற்றை எண் (odd number) கோடுகளிற் துருவி இந்த மூன்றாம் திரும்பத் திரும்பச் செயல்படுகின்றது. 405 வது கோடு துருவப்பட்டபின் கற்றை செங்குத்துக் காலவடிவாக மெல் நோக்கிலும், கிடைமட்டக் காலவடிவாக இடப் பக்கத் திரும்பக் கொண்டு வரப்படுகின்றது. ஆகவே, உண்மையில் கற்றை இரண்டாவது கோட்டின் ஆரம்பத்தை அடைகிறது. மீதகு மூன் பாலவே இரட்டை எண் (even number) கோடுகள் துருவப்படுகின்றன. கடைசிக் கோட்டின் பாத் துருவப்பட்ட பின்பு இந்தச் செயலும் முடிவுறுகின்றது. இதனால் ஒரு முழுத் துருவம் முடிவடைகின்றது. ஒவ்வொரு துருவத்திலும் 15 விநாடிகள் கின்றது. ஆகவே ஒரு முழுத் துருவத்துக்கு 15 விநாடிகள் கின்றது. அல்லது காட்சி விநாடிக்கு 25 முறை துருவப்படுகின்றது. காட்சியில் 405 கோடுகளிருப்பதால் ஒரு விநாடிக்குத் துருவத் தகவு  $405 \times 25 = 10,125$  கோடுகளாகும். கிடைமட்டக் காத்தப்புலம் விநாடிக்கு 10,125 சுற்றுகளுடன் நேர்க்கோட்டுக் காலவடி

வாலும் செலுத்துப் புண் வினாடிக்கு 50 சுற்றுகளுள்ள தேர்ச் கோட்டுக் காலவடிவாலும் ஆட்சி செயல்படுகின்றன. ஒரு கோடு துருவப்பட்ட மேலு அனைத் குதிப்பதற்கு ஒரு சிறப்புத் துடிப்பு (special pulse) வெளியே அனுப்பப்படுகின்றது. காட்சி முழுவதும் ஒரு மூலத் துருவப்பட்டபின் மேலெரு சிறப்புத் துடிப்பு அனுப்பப்படுகின்றது. முதலாவது துடிப்பிற்குக் கோட்டு இசைவுப் பொருத்தத் துடிப்பு (line synchronising pulse) என்றும், இரண்டாவது துடிப்பிற்குச் சட்ட இசைவுப் பொருத்தத் துடிப்பு (frame synchronising pulse) என்றும் பெயர்.

ஏதேனிலுள்ள திசையிலும் இதே முறையில் துருவச் தடட பெறுகின்றது. ஒவ்வொரு துருவவிலும் இரு திசைகளும், ஒவ்வொரு திசையிலும் 802½ கோடுகளாக, அதாவது முழுத் துருவவிலும் 405 கோடுகளாகத் தோன்றுகின்றன. இவ்வாறு ஒவ்வொரு வினாடிக்கும் 25 துருவங்கள் நடந்து கிடைமட்டத் துருவச் ஒரு வினாடிக்கு 10,125 சுற்றுகளுள்ள காலவடிவாலும் செலுத்துத் துருவச் வினாடிக்கு 50 சுற்றுகளுள்ள காலவடிவாலும் கட்டுப் படுத்தப்படுகின்றன.

கோட்டு இசைவுப் பொருத்தத் துடிப்புகளும், சட்ட இசைவுப் பொருத்தத் துடிப்புகளும் காட்சியை அனுப்புவதிலும் அவற்றைத் திரும்பப் பெறுவதிலும் ஒற்றமைவை விளைவிக்கின்றன. காட்சிச்

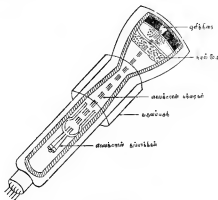


படம் 28.5 (a)  
தொலைக்காட்சிப் பெர்னெர்

சைனைகளோடு இசைவுப் பொருத்தத் துடிப்புகளும் மின்சாரத் திசைகளாக வெளியே அனுப்பப்படுகின்றன. ஏதேனிலும் இவை மிக்கப்பட்டுக் காட்சிச் சைனைகள் ஆட்சி மின்வாய்க்கும் (control



கம்பட்டுப் பின்னர்ப் பரப்பினிருந்து அனுப்பப்படுகின்றன. பரப்பினில் மூன்று வண்ணங்களையும் தனித்தனியே உணரவதற்காக மூன்று வெவ்வேறு குழாய்கள் உள்ளன. இவை ஒவ்வொன்றின் தகட்டின்மீதும் காட்சியின் பிம்பம் வீழ்த்தப்படும். குழாய்களின் ஒரு பகுதியில் அடிப்படையிலான வண்ணங்களுக்கான மின் துடிப்புகள் வண்ணங்களின் விசித்தரித்தோர்ப் ஒவ்வொரு குழாயினிருத்தும் சிதைக்கும். இவை வெவ்வேறு விசித்தங்களில் கலக்கப்பட்டு உரிய கருவிகளால் பெருக்கப்படுகின்றன. பின்னர் ரேடியோ அடுக்க அலைகளுடன் கலக்கப்பட்டு வானவெளியில் அனுப்பப்படுகின்றன.



படம் 28.6  
நிறம்மூடக் குழாய்

தொலைக்காட்சி ஏற்பீனில் வண்ணங்களுக்கான மின் துடிப்புகள் பரிசீலிக்கப்பட்டு, நிறம் மூடக் குழாய் (shadow mask tube) என்ற குழாய்க்குக் கொடுக்கப்படுகின்றன. இதன் அமைப்பு படம் 28.6-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

நிறம் மூடக் குழாய் ஓர் எதிரின் உதிரக் குழாயாகும். இதில் மூன்று எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கிகள் உள்ளன. இத் துப்பாக்கி

களிலிருந்து செல்லும் எலெக்ட்ரான் கற்றைகள் மூன்றும் ஒன்றை  
 யொன்று ஒளிர் திரையைய அடைவதற்கு மூன்றாக குறுக்கிடுவாறு  
 துப்பாக்கிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவை குறுக்கிடுமிடத்தில்  
 ஒரு வெள்ளிய உலோகத் தகடு உள்ளது. இதில் மிக்ஸியக்  
 கணக்கான துண்ணரிசு துளிகளாக உள்ளன. இந்தத் தகட்டிற்குத்  
 தாள் திழைமூடி என்று பெயர். இத் தகட்டிலுள்ள துளிகளில்  
 தாள் எலெக்ட்ரான் கற்றைகள் ஒன்றையொன்று குறுக்கிடு  
 கின்றன. மூன்று வகைப்பட்ட திண்ணொளிர் புள்ளிகள் (phosphor  
 or light) பதிய வைக்கப்பட்ட ஒரு கண்ணாடித் தகடு இதில்  
 ஒளிர் திரையாக இயங்குகின்றது. ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் மூன்று  
 வகைப்பட்ட ஒளிர் பொருள்கள் உள்ளன ஒவ்வொன்றும்  
 ஓர் அடிப்படையிலானவையாக உள்ளன. திழை மூடியிலுள்ள  
 ஒவ்வொரு துளிகளிலும் ஒளிர் திரையிலுள்ள ஒவ்வொரு  
 முக்கூட்டுப் புள்ளியும் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. மேலும், ஒரு  
 குறிப்பிட்ட வண்ண எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கியிலிருந்து கிளம்பும்  
 எலெக்ட்ரான் கற்றை அநேக வண்ணத்தை வெளியிடும் ஒளிர்  
 பொருளின்கேள் மட்டுமே படும்படியாக எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கி  
 களும் திழைமூடியும் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆகவே, ஒவ்  
 வொரு வண்ணத் துப்பாக்கியிலிருந்து கிளம்பும் எலெக்ட்ரான் கற்  
 தையும் அத்தத்த வண்ண ஒளிர் பொருளின்கேள் தாக்கும். துப்பாக்கி  
 களிலிருந்து கிளம்பும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைக்  
 கட்டுப்படுத்தி ஒரு முக்கூட்டுப் புள்ளியில் சிவப்பு, பச்சை, நீல  
 வண்ண ஒளிர் பொருள்கள் வெளியிடும் ஒளி வரிமையைத் தனித்  
 தனியே மாற்றலாம். தூத்திலிருந்து தோக்கும்பொழுது அவ்  
 வண்ணங்களின் வரிமையக்கேற்பப் பல்வேறு வண்ணங்களின் தாள்  
 பாக்கி மூடியும், மூன்று எலெக்ட்ரான் கற்றைகளையும் ஒரே  
 தோத்தில் அமைத்து ஒளிர் திரையின் பரப்பைத் துருவ மூடியும்,  
 இவ்வாறு வண்ணத் தொலைக்காட்சி வேலை செய்கின்றது. இந்தத்  
 தொலைக்காட்சியை அமைக்க அதிகப் பொருள் செலவாகின்றது.  
 மேலும், திழைமூடி கணிசமான அளவு எலெக்ட்ரான்களைத் தடுத்து  
 திறத்தி விடுவதால் திரையின் காட்சி ஒளி மிகுத்து காணப்படு  
 வதில்லை.

பின்னப்பட்ட வரிக்கண்ணோட்ட முறையைப்பற்றி மூன்றாக  
 கூறினோம். அமெரிக்கத் தொலைக்காட்சியில் ஒவ்வொரு படத்  
 திலும் 302½ வரிகள் உள்ளன. காட்சி வினுடக்கு 80 முதல  
 துருவப்படுகின்றது. இது 525 வரிகளுக்கும் வினுடக்கு 80  
 முதல துருவப்படுதலுக்கும் சமமாகும்.

காட்சியின் ஒளிச் செறிவு வரிக் கண்ணோட்டப் புள்ளியின்  
 இடத்தைப் பொறுத்து விவரமாக மாறுவதால் திரையின் காட்சி

தெளிவாகத் தெரிவதற்கு அதிர்வெண் பட்டை அகலம் மிகவும் அதிகமாக இருக்க வேண்டும். அமெரிக்காவில் ஒய்வொரு தொலைக்காட்சி நிலையத்திற்கும் 6 மெகா சுற்றுகள் / வினாடி (6,000,000 சுற்றுகள் / வினாடி) அகலம் தரப்பட்டுள்ளது. (ஒளிபரப்பதில் ஒய்வொரு நிலையத்திற்கும் 2,000 சுற்றுகள் / வினாடி அகலமே தரப்பட்டுள்ளது என்பது நாம் அறிந்த தொன்றாகும்) சிற்றலைப்பட்டை, தீனலைப் பட்டைகள் (short wave and long wave) முழுவதிலும் பத்து மீட்டரிருந்து பல்லாயிர மீட்டர் தீனத்திலும் உள்ள அடுக்கம் 80 மெகா சுற்றுகள் / வினாடியேயாகும். ஆகவே, இந்த ஒளிபரப்புப் பட்டைகள் முழு வதிலும் ஐந்தே தொலைக்காட்சி நிலையங்களுக்கு மிக அதிக உயரடுக்க எக்ஸ்கன் தரப்பட்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக 54-56 மெகா சுற்றுகள் வினாடியில் (வாய்க்காக்கல் வீலுத்து 6 வரை), 174-210 மெகா சுற்றுகள்/வினாடி (வாய்க்காக்கல் 7லுத்து 18 வரை) 470-890 மெகா சுற்றுகள் / வினாடி (அதாவது வாய்க்காக்கல் 14 லுத்து 83 வரை) தரப்பட்டுள்ளன. இதில் அலைதீனங்கள் 5-9 மீட்டரிருத்து 84 சென்டி மீட்டர் வரை உள்ளன. ஒரு மீட்டருக்கும் குறைவான அலை தீனங்களுக்குக் குற்றலைகள் (micro waves) என்று பெயர். ஒளியும் ஒளியும் ஒன்றாகப் பண்பேற்றம் செய்யப்பட்டு வான வெளியில் அனுப்பப்படுகின்றன.

தொலைக்காட்சி அலைகள் ராடார் அலைகளைப்போல் மிகச் சிறியவை; அதிக அடுக்கம் கொண்டவை. எனவே, இவை அவனமண்டலத்தால் திரும்பப்படுவதில்லை. இந்த அலைகள் வெளி அலைகளாகவே (space waves) தரை மட்டத்திலிருத்து ஏறக் குறைவ 10 கைல் தொலைவிலுள்ள டிரோபாஸ்கோப் வழியாக ஊடுருவிச் செல்லுகின்றன. தரைமட்டம் வளைத்திருப்பதால் இந்த அலைகளைப் பரப்பியின் ஏரியலிலிருந்து அடிவானத்திற்கு அப்பால் செலுத்தவேண்டியது. ரேடியோவைப் போலவே தொலைக்காட்சியிலும் ஒரு நிலைய நிகழ்ச்சிகளை வேறொரு நிலையம் அஞ்சல் செய்கின்றது. ஆனால், அஞ்சல் நிலையங்கள் ஒன்றிற் கொண்டு 80 முதல் 50 கைல் இடைவெளிகளில் அமைக்கப்பட வேண்டும். ஒய்வொரு நிலையமும் அதற்கு முன்னுள்ள நிலையத்திலிருந்து வரும் நிகழ்ச்சியை வாய்க்கி, பெருக்கி, அடுத்த நிலையத்தை நோக்கிச் செலுத்துகின்றது. இந்த முறையில் ஒரு நாட்டில் எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் தொலைக்காட்சியை அமைக்க முடியும் என்றாலும் கடல் கடந்த நாடுகளில் நடக்கும் நிகழ்ச்சிகளைத் தொலைக்காட்சி மூலம் காணமுடிவதில்லை. மேலும் சில வேளிகளில் ஒரு நாட்டிற்குள்ளேயே அயன மண்டலத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்

கனாக் தொலைக்காட்சி ஆலகை திரையாதிச் சென்றவிடு கின்றன. இந்தக் குறையனைப் போக்குவதற்கு அண்மையில் விஞ்ஞானிகள் செயற்கைக் கோள்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இந்தச் செயற்கைக் கோள்களில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் அஞ்சல் நிலையங்கள் தனாலேயிருந்து வரும் திழ்ச்சிகளை ஏற்று அஞ்சல் செய்கின்றன. இம்முறையில் உலகத்தில் ஒரு பகுதியில் நடக்கும் திழ்ச்சிகளை வேறு எத்தர்ப்பகுதியிலுள்ள மக்கள் வேண்டுமானு லும் தொலைக்காட்சி மூலம் காணலாம்.

### வினாக்கள்

1. ஓர் ஒளி மின்கலத்தில் அமைப்பைப் படத்துடன் விளக்குக.
2. ஒளியினால் மின்கலூட்டம் திழ்ச்சின்றது என்பதை ஒரு மின்கலத்துடன் விளக்குக.
3. தொலைக்காட்சியில் ஓர் ஒளி மின்கலம், எதிர்மின் சுதிர்க் குழாய் ஆகியவற்றின் வேலைகளை விவரித்து எழுதுக.
4. தொடக்கத்தில் திர்ப்கோல் என்ற விஞ்ஞானி அமைத்த தொலைக்காட்சி முறையை விளக்குக. இந்த முறையில் பரப்பிலேயும் ஏற்பிலேயும் உள்ள சுழலும் தட்டுகளிடையே வுள்ள ஒற்றைமைகளைத் தொகுத்து வரைக.
5. தொலைக்காட்சியில் தற்காலத்தில் பயன்படும் ஆர்திக் கானின் அமைப்பைப் படத்துடன் விளக்கு.
6. ஆர்திக்கான் இயங்கும் முறையை விவரி.
7. தனியை தொலைக்காட்சியில் ஏற்பியில் எவ்வாறு படம் உருவாக்கப்படுகிறது என்பதை விவரி.
8. வரிக்கல்கலூட்ட முறையில் ஒரு காட்சியைத் துருவும் விதத்தை விளக்குக.
9. ஒரு தொலைக்காட்சியில் தொகுப்புப் படம் வரைந்து அதை வெகுவேறு பகுதிகள் தொழிற்படும் முறையை விவரி.
10. வண்ணத் தொலைக்காட்சி நோன்றிய விதத்தைச் சுருக்கி வரைக.
11. திழல் மூடிக் குழாயைப்பற்றி நீ அறிவது யாது?



12. தொலைக்காட்சிப் படப்பட அமைத்ததப்பற்றி நீ அறிவது யாது?
13. நாடாளுக்கும் தொலைக்காட்சிக்கு முன்ன ஒற்றுமைகள் யாவை?
14. ஓர் இலக்கிரிந்து மற்றோர் இலக்கிற்குக் (point to point) குறிப்பிட்ட திசையில் செய்திவனுப்பும் மூன்றைய மிகச் சிறந்தது. இந்த வகையில் செய்திகளை அனுப்புவதி லும் பெறுவதிலும் உள்ள தன்மைகள் யாவை?
15. பண்பெற்றத்தில் மூன்று வகைகள் உள்ளன. அவை யாவை? ஒவ்வொன்றையும் சுருக்கமாக விளக்குக.
16. தொலைக்காட்சி நீண்டகாலத்திற்கு முன்பே தொடர்நி யதும் துடிப்புகளைப் பயன்படுத்துவதுமான ஒரு சாதன மாகும். இக்கூற்றை நிறுவுக.
17. ஒரு தொலைக்காட்சி நாடாணப்போல் வீரவு சுற்றுகள், காலச் சுற்றுகள், ரேடியோச் சுற்றுகள், எதிர்பின் கதிர்க் குழாய் ஆகியவற்றை உடையது. இந்தக் கருத்தை நிறுவுக.
18. தொலைக்காட்சியில் படக்களை அனுப்புகின்ற கண்ணுறு பகுதிகளும் ஒலியை அனுப்புகின்ற ஒலிப்பகுதியும் எவ்வாறு தொலைக்காட்சி வாய்க்காலில் அமைக்கப்படு கின்றன?
19. தொலைக்காட்சியில் எதிர்பின் கதிர்க் குழாய்கள் நோக் லும் படத்தைப் பல செல்களைக் கொண்டு பெரிதாக்க லாம். இதனால் ஏற்படும் தன்மை தன்மைகள் யாவை?
20. தொலைக் காட்சிக்கு மைக்ரோ ஆலைகளே மிகவும் உகத் தவை. ஏன்?

## 29. டிரான்சிஸ்டர்

(Transistor)

எலெக்ட்ரான் இயலில் ரேடியோ, ராடார், தொலைக்காட்சி ஆகியவற்றுடன் கூடக் குறைக்கடத்திகளும், டிரான்சிஸ்டர்களும் அண்மையாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. எனவே, டிரான்சிஸ்டர் களைப்பற்றியும் சிறிது அறித்து கொள்வது நலனாகும். இதுவாறும் கூறியவற்றிலிருந்து ரேடியோ, ராடார், தொலைக்காட்சி முதலிய கருவிகளில் மிகுமுறையாகப் ஸ்தம்பியப் பங்கு வகிக்கின்றன என்பது தெளிவாகும். 1907ஆம் ஆண்டில் செய்வப்பட்ட முதல் டிரயோடு மிகுமுறைய விஞ்ஞானத்தில் பரததுறைகளில் அற்புதமான விளைவுகளை உண்டுபண்ணியிருப்பதைக் காண்கிறோம். இந்த மிகு முறைய செய்வுத் எல்லைந்தப் பணிகளையும் பன்மடங்கு திறமையுடன் செய்கிறோம்களாகும், அதனவிடச் சிறந்த ஆற்றலும், வேறு சில புதிய குணங்களையுமுடைய ஒரு மிகச் சிறிய சாதனம் 1948 ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதுவே எலெக்ட்ரானியலில் புரட்சிகரமான படைவிளைவுகளை உண்டு பண்ணிய டிரான்சிஸ்டர் என்பதாகும். இது கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மிகக் குறுகிய காலத்திற்குள் மிகுமுறைய உபயோகிக்கப்பட்டு வந்த எல்லைத்துறைகளிலும் அவற்றிற்கும் பதிலாக உபயோகத் திற்கு வந்துள்ளது. 1948 ஆம் ஆண்டு சூன் மாதத்தில் நியூயார்க் நகரிலுள்ள பெர் தொலைபேசி ஆராய்ச்சி நிலையத்தில், ஆராய்ச்சிக் நடத்திவந்த ஹில்லம் ஷாக்லி (William Shockley) ஜே. பர்க்கன் (J. Bardeen), W. H. பிராட்டன் (W.H. Brattain) என்பவர்களால் டிரான்சிஸ்டர் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இம் வகிய கண்டுபிடிப்பிற்காக இம் மூவருக்கும் 1955ஆம் ஆண்டில் நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

டிரான்சிஸ்டர், அமைப்பில் மிகவும் சிறியது. ஆனால், அதை உறுதியாகத்தது. மிகு முறையாகக் கவனமாகப் பாதுகாக்கப் படாவிட்டால் அவை வினாவில் உடைத்துபோகும். டிரான்சிஸ்டர்

அப்படியன்றி, மின் குழாய்களில் பீலேமெண்டை மின்னோட்டத் தினால் பழுக்கக் கார்பிகவதால் எலெக்ட்ரான்கள் வெளிவிடப்படுகின்றன. இதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றல் மிக அதிகமாகும். மேலும், மின் குழாய்களைப்போல ஒரு ரேடியோ வேலை செய்கிறபொழுது அது விசுவசியில் சூடாவதைக் காண்கிறோம். இந்த வெப்ப ஆற்றலை உடனுக்குடன் வெளியேற்றுகிறோம். கருவி விசுவசியில் விசுவசியிலும். புரட்சிசீல்டர்களில் இந்தத் தொகையைக் கிட்டு. எலெக்ட்ரான்கள் ஸ்பந்திக்கும் புதிய, ஆற்றலே தேவைப்படாத சூழலில் வெளிவிடப்படுகின்றன. நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட பாகங்களில் இயக்குவதற்குத் தேவைப்படுவது மிக மிகக் குறைவான திறனையாகும். இவ்வளவு குறைவான திறனில் இயங்கினாலும், வெளிவருகின்ற திறன் மின் குழாய்களைப்போலவே அதிகமாகும். புரட்சிசீல்டர்களை இயக்குவதற்குத் தேவைப்படுகின்ற மின்னழுத்தமும் ஒரு சில கோட்டுகளையாகும். புரட்சிசீல்டர்கள், அமைப்பில் சிறியவைகளாக இருப்பதாலும், குறைந்த மின்னழுத்தங்களிலே இயங்கக் கூடியனவாக இருப்பதாலும், புரட்சிசீல்டர்களானவை ஏற்படுகின்ற வேறு கருவிகளும் மிகச்சிறிய உருவில் அமைந்து, ஒசிடத்திலிருந்து மற்றோசிடத்திற்கு எளிதாகத் தூக்கிச் செல்லக் கூடியனவாக இருக்கின்றன.

மேலும், புரட்சிசீல்டர்கள், நீண்டகாலம் உழைக்கக் கூடியவை. ஒரு புரட்சிசீல்டர் ஏறக்குறைய 10,000 மணி உழைக்க வல்லது. இவ்வளவு வேலை செய்த பிறகும் அது திடீரெனக் கெட்டுவிடுவதில்லை. தானுடனில் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக அதன் திறன் குறையும். எனவே, புரட்சிசீல்டர் ஓரளவு மழுதடைய ஆரம்பித்தவுடன், நமது விருப்பம்போல் மாற்றிக் கொள்ளலாம். ஆனால், மின் குழாய்களில் இது முடியாது. மின் குழாய்களைப் பயன்படுத்தும்பொழுது, அவை திடீரெனக் கெட்டு விட்டால் வேலை தொடர்ந்து நடைபெறுது. மழுதடைந்த உறுப்புகள் ஸ்பந்திக்கும் மாற்றப்படுகின்ற வேலை அமவே தின்று விடும். புரட்சிசீல்டர்களைப் பயன்படுத்தினால், இந்தத் தொகையை இருக்காது.

அணுவின் அமைப்பைப்பற்றியும் வெவ்வேறு அணுக்களில் உள்ள புரப்பணிக் எலெக்ட்ரான்களைப்பற்றியும் அத்தியாயம் 2-ல் கூறினோம். புரப்பணிக் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை எல்லாத் தனிமங்களிலும் ஒன்றாக இருப்பதில்லை. சில தனிமங்கள் அதிகப் புரப்பணிக் எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்டுள்ளன. வேறு சில தனிமங்களில் புரப்பணிக் எலெக்ட்ரான்களை இல்லை. புரப்பணிக் எலெக்ட்ரான்கள் மனிதனுடைய தனிமங்கள் நடைபடுத்தினாலும் good conductors), புரப்பணிக் எலெக்ட்ரான்களை இல்லாத தனி

மக்கள் அசித்திவடத்தினாலும் (non-conductors) உள்ளன. இவை தவிர ஜெர்மேனியம் (Germanium), சிலிக்கா (silicon) போன்ற தனிமங்களை அவற்றில் சில மாறுதல்களை ஏற்படுத்திக் குறைக் கடத்தினாக்க முடியும். (குறைக் கடத்திகள் - semi-conductors) இவையே டிரான்சிஸ்டர்கள் செய்யப் பயன்படுகின்றன. இந்தக் குறைக் கடத்திகள் வெள்ளி, செம்பு போன்ற தனிம கடத்திகளல்ல. மாம், எபோனைட் (ebonite) போன்ற கடத்தாப் பொருள்களுமல்ல; இரண்டிற்கும் இடைப்பட்டவை. இவற்றால் சில குறிப்பிட்ட தனிமங்களைச் சேர்த்து அமைத்தால், அவை எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடும். சிறகு மிகச் சிறிதளவு மின்னழுத்தம் கொடுத்தாலும் மிக்ஜேனட்டம் ஆரம்பித்துவிடும். இதைச் சிந்து விளக்குவேளாம்.

ஜெர்மேனியம் அணுவில் 32 எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. ஜெர்மேனியத்தின் அணு எண் 32 என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இதில் முதல் சுற்றுப் பாதையில் 2 எலெக்ட்ரான்களும், இரண்டாவது சுற்றுப் பாதையில் 8 எலெக்ட்ரான்களும், மூன்றாவது சுற்றுப்பாதையில் 18 எலெக்ட்ரான்களும் ஆக 28 எலெக்ட்ரான்கள் மூடிய சுற்றுப்பாதையிலுள்ளன. மீதி 4 எலெக்ட்ரான்களும் புறப்பணி எலெக்ட்ரான்கள் எனப்படும். இவை அணுவின் கருவிலிருந்து அதிக தூரத்திலுள்ளன. இந்த 4 எலெக்ட்ரான்களும், அருகேயுள்ள வேறு 4 அணுக்களுடன் சேர்த்துப் பிணக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே, ஜெர்மேனியம் புறப்பணி, எலெக்ட்ரான்களற்ற ஓர் அசித்தி கடத்தியாக உள்ளது. மிக்ஜேனட்டத்தை ஏற்றுச் செல்லக் கூடிய புறப்பணி, எலெக்ட்ரான்களை அவற்றின் பிணைப்பிலிருந்து விடுவித்து, ஜெர்மேனியத்தை ஒரு கடத்தியாக மாற்றலாம்.

தூய ஜெர்மேனியத்துடன், இணைதிண் (valency) 5 ஆக உள்ள பாஸ்ஃபரம் (phosphorous) அல்லது ஆர்செனிக் (arsenic) என்னும் பொருளைச் சிறிதளவு கலத்தால், விபத்தகு மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன. ஒரு தனிமத்தின் இணை திண் 5 என்றால் அதன் அணுவின் வெளிச் சுற்றுப் பாதையில் 5 எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன என்பது தெளிவாகும். இந்த அணுக்கள் ஜெர்மேனியப் படிகத்தில் அமைவும் பொருது, ஒவ்வொரு அணுவிலுமுள்ள 5 எலெக்ட்ரான்களில் தனக்கு, தம்மைச் சுற்றியுள்ள 4 ஜெர்மேனிய அணுக்களுடன் பிணக்கப்பட்டுவிடுகின்றன. மீதமுள்ள 5 ஆவது எலெக்ட்ரான் இவ்வாறு பிணக்கப்படாததால், அது தனி எலெக்ட்ரானாகிவிடுகிறது. இவ்வாறு ஜெர்மேனியத்துடன் பாஸ்ஃபரம் சேர்த்தவுடன், ஜெர்மேனியப் படிகத்தில் ஏராளமான

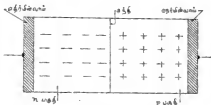
தனி எலெக்ட்ரான்கள் உண்டாகின்றன. இப்பொழுது படிசுத் திற்ரு ஒரு மின்னழுத்தத்தைக் கொடுத்தால், உடனே ஒரு மின்னோட்டம் ஏற்படுகின்றது. இந்த மின்னோட்டம், எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மீன் வாயை நோக்கிப் பாய்வதால் உண்டாகும். இவ்வாறு இணை திறன் 5 உள்ள கலப்புச் சேர்த்த ஜெர்மேனியத் திற்ரு, *n*-வகை குறைக்கடத்தி (*n-type*) என்று பெயர். ஏனெனில் அதில் தனி எதிர்மின்னூட்டங்கள் (negative) அதிகமாகக் கிடைக்கின்றன.

இணை திறன் 5 உள்ள தனிமங்களுக்கும் பதிலாக, இணைதிறன் 3 ஆக உள்ள அலுமினியம் (aluminium), இந்தியம் (indium) ஆகிய தனிமங்களின் சிந்தனையை ஜெர்மேனியத்துடன் சேர்த்தால், அவ் வணுக்களும் ஜெர்மேனியப் படிசுத்தில் அமைகின்றன. அலுமினியம், இந்தியம் ஆகியவற்றின் வேளிச்சுற்றில் 3 எலெக்ட்ரான்களே உள்ளன. இந்த 3 எலெக்ட்ரான்களும், சுற்றிலுமுள்ள 3 ஜெர்மேனிய அணுக்களுடன் மிணைக்கப்படுகின்றன. ஆனால், தாக்காவது ஜெர்மேனிய அணுவின் மீணைபட, எலெக்ட்ரான் இல்லை. எனவே, அங்கு ஒரு துளைவிருப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது. அதற்கு மின் துளை (hole) என்று பெயர். படிசுத்திலிருந்து அதிர்வுகளினால் மற்ற அணுக்கள் அதனருகில் வரும்பொழுது ஏதாவதோர் அணுவிலிருக்கும் எலெக்ட்ரான் இந்தத் துளையில் சேர்த்துவிடுகிறது. ஆகவே அம் மின்துளை வேறோர் அணுவிற்குச் செல்லுகின்றது. இவ்வாறு ஒரு தனி எலெக்ட்ரான் செல்லுவது போலவே, இம் மின் துளையும் ஓடிக்விடுகிறது மற்றோடிக்விடத்திற்குச் செல்லுகின்றது. இப் படிசுத்தின் இரு முனைகளுக்கிடையே ஒரு மின்னழுத்தத்தைக் கொடுத்தால், இம் மின் துளைகள் எதிர்மீன் வாயை நோக்கிச் செல்லுகின்றன. இவ்வாறு ஒரு மின்னோட்டம் உண்டாகிறது. இந்த ஜெர்மேனியத்திற்குப் *P* வகை ஜெர்மேனியம் (*P-type*) என்று பெயர். ஏனெனில், இங்கு ஏற்படுகின்ற மின் துளைகள் நேர்மின்னூட்டத்திற்குச் (positive) சமமாகும்.

இவ்வாறு இணை திறன் 5 ஆகவது 3 உடைய தனிமங்களை (பாஸ்ஹம், ஆர்செனிக், ஆன்டிமனி போன்றவை இணைதிறன் 5 உடையவை; அலுமினியம், இந்தியம், கேனியம், பேரான் ஆகியவை இணைதிறன் 3 உடையவை) ஒரு சிந்தனையு இணைதிறன் 4 உடைய ஜெர்மேனியத்துடன் கலத்தால் தனி எலெக்ட்ரான்களோ (*n*) ஆகவது தனி மின்துளைகளோ (*p*) ஏராளமாக உண்டாகி, மின்னோட்டத்தை இயக்குகின்றன. இதுவே புரான்சிஸ்டரின் அடிப்படைத் தத்துவமாகும்.

மேலே கூறப்பட்டவாறு, வேற்றுத் தனிமங்களின் சேர்க்கையாக இயற்கையில் அரிதில் உத்தியாக அமைந்துள்ளபோதிலும், உத்தியாக மாற்றப்பட்ட ஜெர்மேனிய அணு குறைக்கடத்தி பெற்று அமைக்கப்படுகின்றது. முதல் வகையில் பால்லரம், ஆர்சனிக் போன்ற அணுக்கள் தங்கனிடம் எஞ்சிய எலெக்ட்ரானை மிகஞூட்டத்தைக் கடத்துவதற்குக் கொடுப்பதாக, கொடை அணுக்கள் (donor atoms or donors) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இரண்டாவது வகையில் போரான் போன்ற சிபுரம் பணி எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்ட வேற்றணுக்கள் தங்களுக்குத் தேவையுடும் எலெக்ட்ரான்களை ஜெர்மேனியம் அணுக்களிலிருந்து பெற்றுக்கொண்டு மிகதுறைகளை உருவாக்குவதாக, இவற்றிற்கு ஏற்பு அணுக்கள் (acceptor atoms or acceptors) என்று பெயர். முதல் வகை,  $n$  வகையைச் சேர்ந்த தென்றும்; இரண்டாவது  $p$  வகையைச் சேர்ந்ததென்றும் மூன்றுபே கூறினோம்.

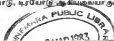
இனி, இந்தக் குறைக் கடத்திக் தொழிற்படும் விதத்தைப் பற்றிச் சிறிது விளக்குவோம். இவற்றின் தொழிற்படும் மூலமென மிகஞூட்டச் சமநிலை (space charge neutrality) என்பதாகும். இதன்படி குறைக் கடத்தியின் ஒரு பகுதியிலுள்ள மொத்த நேர் மிகஞூட்டங்களும் (positive charges - மிகதுறைகள்) ;



படம் 29.1

டயோடின் அமைப்பு

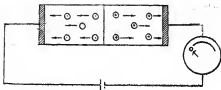
அதே பகுதியிலுள்ள மொத்த எதிர்மிகஞூட்டங்களும் (negative charges - எலெக்ட்ரான்கள்) சமமாக இருக்கும்.  $n$  வகை,  $p$  வகைக் கடத்திகளை வெவ்வேறு மூலங்களில் பொருத்திப் பல வகை டயாரசிஸ்டர்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. அவைகளில் முக்கியமானவை டயோடு, டயோடு ஆகியவையாகும்.



## டயோடு (Diode)

இதன் அமைப்பு, படம் 29.1 க் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரே வடிவத்தில் P வகைப் பகுதியும், N வகைப் பகுதியும் ஏற்படுகின்றன. இரண்டு பகுதிகளையும் பிரிக்கும் பொதுவான பகுதி சத்தி (junction) என அழைக்கப்படுகின்றது. P பகுதியுடன் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் இணைப்பை நேர்மின்வாய் என்றும், N பகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் அமைப்பை எதிர்மின்வாய் என்றும் கூறுவர்.

மேலே கூறப்பட்ட அமைப்பை ஒரு மின்னழுத்தத்திற்கு உட்படுத்துவோம். முதலில் ஒரு திக்ா மின்னழுத்தத்தைத் தாக்கூடிய ஒரு மின்கல அடுக்கைப் படம் 29.2 க் காட்டியவாறு இணைப்பதாகக் கொள்வோம். படத்தில் டயோடின் நேர்மின்வாய் மின்கலத்தின் எதிர்மின்வாயுடன் இணைக்கப்பட்டு எதிர்மின்



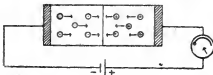
படம் 29.2

டயோடின் நேர்மின்வாய் - மின்கலத்தின் எதிர் மின்வாய் இணைப்பு

னழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்டுள்ளது. டயோடின் எதிர்மின்வாய் மின்கல அடுக்கின் நேர்மின்வாயுடன் இணைக்கப்பட்டு, நேர்மின்னழுத்தத்திற்குட்படுத்தப்பட்டுள்ளது. எனவே, P பகுதியிலுள்ள துகள்கள் எதிர்மின்வாயை நோக்கியும், N பகுதியிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாயை நோக்கியும் சத்தியைவலிட்டு விலகிச் செல்லுகின்றன. P, N சத்தியின் வழியே மின்னோட்டம் வாய்வதில்லை. ஆகவே, டயோடின் வழியாக மின்னோட்டம் செல்வதில்லை. இதற்கு எதிர்திசை மின்னழுத்தம் (reverse bias) என்று பெயர்.

படம் 29.3 க் மின்கல அடுக்கின் வாய்கள் மாற்றியமைக்கப் பட்டுள்ளன. இங்கு டயோடின் நேர்மின்வாய் நேர்மின்னழுத்தத்திற்கும், எதிர்மின்வாய் எதிர்மின்னழுத்தத்திற்கும் உட்படுத்து

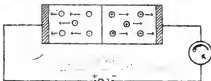
தப்பட்டுள்ளன. எனவே,  $P$  பகுதியிலுள்ள மின்னூன்கள் எதிர் மின்வாயை நோக்கியும்,  $n$  பகுதியிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள்



படம் 29.3

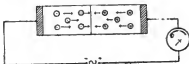
டயோடிக் நேர்மின்வாய் - மின்னடைவில் நேர்மின்வாய் இணைப்பு

நேர்மின்வாயை நோக்கியும்  $P$ ,  $n$  சந்திவைக் கடத்து செல்லுகின்றன. இதனால் டயோடிக் இரு முனைகளுக்கிடையே சித்திரமே



படம் 29.4 (a)

மாறுதலை மின்னழுத்தத்தில் டயோடு



படம் 29.4 (b)

மாறுதலை மின்னழுத்தத்தில் டயோடு

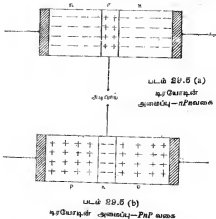
மின்னழுத்தம் கொடுத்தபோதிலும்  $P$ ,  $n$  சந்திவழியே அதிகமான அளவு மின்னோட்டம் நிகழ்கின்றது. இப்பொழுது டயோடு நேர்



நிலை மின்னழுத்தத்திற்கு (forward bias) உட்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது என்கிறோம்.

மேலே கூறப்பட்டவற்றிற்குத் து, டியோடு மின்னோட்டத்தை ஒரே திசையில் செலுத்தவல்லது என்பது தெளிவாகிறது. இத்தகைய டியோடை மாறுதிசை மின்னழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தினால் என்ன நிகழும் என்று இனிப் பார்க்கோம். டியோடு மாறுதிசை மின்னழுத்தத்திற்கு உட்படும்போது உலிய சுற்று, படம் 29.4 (a) & (b) க் காட்டப்பட்டுள்ளது.

மாறுதிசை மின்னழுத்தத்திற்கு உட்படும் பொழுது மின்னழுத்தத்தின் பாதிச் சுற்றிக் டியோடு எதிர்நிலை மின்னழுத்தத்திற்கும்,



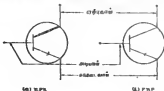
மாறுபாதிச் சுற்றிக் நேர்நிலை மின்னழுத்தத்திற்கும் உட்படுகின்றது. எனவே, டியோடின் ஒருபாதிச் சுற்றிக் மின்னோட்டம் நிகழும்;

மறுபரிசு கற்றில் மிகுந்தோட்டம் அறவே தீர்ந்துவிடும். ஆகவே, இதைப் பரப்பாகாகவும் (detector), திருத்தியாகவும் (rectifier) பயன்படுத்தலாம் என்பது புலனாகின்றது.

**திரையோடு (Triode):**

இது திரையோடு மின்குழாய்க்கு (triode valve) ஒப்பானதாகும். இதில் மொத்தம் மூன்று பகுதிகள் உள்ளன. இரண்டு  $n$  பகுதி அணுக்கிடையே ஒரு  $P$  பகுதி அடங்கியது இரண்டு  $P$  பகுதிகளுக்கிடையே ஒரு  $n$  பகுதி. முதல் வகைக்கு  $nPn$  திரைக்கிடை என்றும், இரண்டாவது வகைக்கு  $PnP$  திரைக்கிடை என்றும் பெயர். இவற்றின் அமைப்பு, படம் 29.6 (அ), (ஆ) க்கு காட்டப்பட்டுள்ளது.

நடுமிடமிருள்  $P$  அடங்கிய  $n$  பகுதி, திரைக்கிடை அடிவாய் (base of transistor) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. நடுப்பகுதிக்கும் அதைப்படுத்துகின்ற ஒரு பகுதிக்கும் இடையேயுள்ள சந்திப்புக் கொண்டவாய்ச் சந்தி (emitter junction) என்றும், மற்றொரு

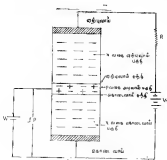


படம் 29.6  
திரையோடு குறியீட்டுமுறை

சந்திப்பு சந்திப்புச் சந்தி (collector junction) என்றும் அழைக்கலாம். இவற்றின் குறியீட்டு முறை படம் 29.6 (அ), (ஆ) க்கு காட்டப்பட்டுள்ளது. 29.6 (அ) க்கு  $nPn$  திரைக்கிடைக்கும் 29.6 (ஆ) க்கு  $PnP$  திரைக்கிடைக்கும் காட்டப்பட்டுள்ளது. அடிப்புக்குறி கொண்டவாய்ச் சந்திப்புகின்றது.

ஒரு  $nPn$  திரைக்கிடைக்காய் படம் 29.7 க்கு காட்டியபடி இணைப்போம். படத்தில்  $IP$  என்று உள்ளிரு பகுதி (input) அதன் மூலமாக கொண்டவாய், அடிவாய்; இவற்றுக்கிடையே  $V_1$  என்ற ஒரு மின்னழுத்தத்தைக் கொடுப்பதாகக் கொள்வோம்.

$V_1$  எனப்பறு ஏற்பு வாய்க்குக் கொடுக்கப்படுகின்ற நேர் மின்னழுத்தமாகும். எனவே,  $V_1$  மின்னழுத்தத்தால் ஏற்பு வாய்ச் சத்தி எதிர்தினை மின்னழுத்தத்திற்கும்,  $V_1$  மின்னழுத்தத்தால் கொடை வாய்ச் சத்தி நேர்தினை மின்னழுத்தத்திற்கும்



படம் 29.7  
புரட்சிசுட்டி-பெருக்கி

உட்படுகின்றன. ஆகவே, எலெக்ட்ரான்கள் கொடைவாய்ச் சத்தி வழியாக அடிவாய்ப் பகுதிக்குள் செலுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு செலுத்தப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் ஏற்புவாய்  $V_1$ -வின் நேர்மின்வாயுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால், ஏற்பு வாய்ச் சத்தி வாய்க் கடத்து  $R$  வழியாக ஏற்பு வாய்ச் சுற்றில் மின்னோட்டத்தை உண்டிப்பண்ணுகின்றன.

இதை வெளி மின்னோட்டச் சமதிறை என்ற கொள்கையின் அடிப்படையில் காண்போம். அடிவாய்ப்பகுதியிலுள்ளவை மின் துளைகளாதலால், அவை அப் பகுதியின் வழியாகச் சமமான அளவு எலெக்ட்ரான்களைக் கடத்தும். எனவே,  $V_1$  இன் மின்னழுத்தத்தை அதிகரித்து அடிவாய்ப் பகுதியில் நேர்மின்னோட்டத்தை அதிகரிக்கவோ அல்லது  $V_1$  ஐக் குறைத்து மின்னோட்டத்தைக் குறைக்கவோ முடியும்.  $V_1$  ஒரு மாறு மின்னழுத்தமாக இருந்தால் அடிவாயின் நேர்மின்னழுத்தம் கூடி, குறையும். எனவே, அடிவாய்ச் சுற்றில் (கொடைவாய், அடிவாய்,  $V_1$  அடங்கிய

கற்று ஏற்படும் மின்னோட்ட மாறுதல்கள், ஏற்பு வாய்ச் சுற்றிக் (ஏற்புவாய், அடிவாய்,  $V_1$  அடங்கிய சுற்று) விரிவாக்கப்பட்டுக் கிடைக்கின்றன. ஏற்புவாய் மின்னோட்ட மதிப்பில் ஏற்படும் மாறுதல்களுக்கும், அடிவாய் மின்னோட்ட மதிப்பில் ஏற்படும் மாறுதல்களுக்கும் உள்ள தகவு மின்னோட்டப் பெருக்கு எண் (current amplification factor) எந்தளவுக்கப்படுகின்றது. அதாவது மின்னோட்டப் பெருக்கு எண்,

$$= \frac{\text{ஏற்புவாய் மின்னோட்ட மதிப்பு மாற்றம்}}{\text{அடிவாய் மின்னோட்ட மதிப்பு மாற்றம்}}$$

ஆகும். இதை ஒரு சாதாரண டிரையோடு மின் குழாயுடன் ஒப்பிட்டு நோக்குங்கால், டிரையோடு டிரான்சிஸ்டர் டிரையோடு மின் குழாயுடன் எவ்வாறு வித்திலும் ஒத்துள்ளது என்பது தெளிவாகும். மின் குழாயின் நேர்மின்வாய்க்கு ஒத்த, டிரான்சிஸ்டர் ஏற்பு வாய்க்கு நேர்மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுகின்றது. மின் குழாயின் எதிர்மின்வாயைப்போலத் டிரான்சிஸ்டரின் கொடை வாயி லிருந்து எகெக்ட்ரான்கள் வெளிப்படுகின்றன. இவை ஏற்பு வாயைச் சென்றடைகின்றன. உக்ளிடு அளவு மின்னழுத்தம் (input-voltage) மின் குழாயின் கீரிட்க்கு ஒத்த அடிவாய்நுழைம் கொடுக்கப்படுகின்றது.

டிரான்சிஸ்டருக்கும், மின் குழாய்க்கும் இவ்வளவு ஒற்றுமைகள் இருந்தபோதிலும், ஒரு முக்கிய வேற்றுமையைக் காண்க. டிரான்சிஸ்டரின் மின்னெதிர்ப்பு (impedance), மின் குழாயி லுள்ளதைவிட மிகக்குறைவாகும். எனவே, டிரான்சிஸ்டர்கள் மின்னோட்டக் கட்டுப்பாட்டுக் (current controlled) கருவிகளாகவும், மின் குழாய்கள் மின்னழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் (voltage controlled) கருவிகளாகவும் கருதப்படுகின்றன.

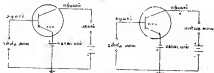
டிரான்சிஸ்டர்களைப்பற்றி இதுவரை கூறப்பட்டவை  $nPn$ ,  $PnP$  ஆகிய இரு வகைகளுக்கும் பொருத்தும்.  $PnP$  டிரான்சிஸ்டர் களுக்கு,  $nPn$  டிரான்சிஸ்டர்களின் குணக்கனிந்தாலும், தொழிற் படும்பொழுது மின்னழுத்தங்களின் மின்வாய்களும், மின்னோட்டக் களின் திசைகளும் மாறுபட்டிருக்கும். எனவே, டிரான்சிஸ்டர் களில், திர்ப்பு (complementary) டிரான்சிஸ்டர்கள் இருக்கின்றன. இத்தகைய அமைப்பு மின் குழாய்களில் கிடைப்பது. இதன் பயனாக மின் குழாய்களைக்கொண்டு அமைக்க முடியாத பல சுற்றுகளை, டிரான்சிஸ்டர்களைக் கொண்டு அமைக்க முடியும்.

$nPn$  அல்லது  $PnP$  டிரான்சிஸ்டர்களைப் பெருக்கிகளாகப் பயன்படுத்தும்கொழுது, அவைபடங்கிய மின்கற்றுகளை மூன்று

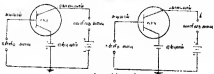
வகையாக அமைக்கலாம். அவையாவன : (1) பொது அடிவாய்ச் சுற்றமைப்பு (2) பொதுக் கொடை வாய்ச் சுற்றமைப்பு. (3) பொது ஏற்பு வாய்ச் சுற்றமைப்பு. இந்த ஒவ்வொரு வகைச் சுற்றுகளிலும் குறிப்பிட்ட நன்மைகளும் இடையூறுகளும் உண்டு. எந்தவகையான சுற்றைப் பயன்படுத்தினாலும் கொடைவாய் தேர்நிலை மின்னழுத்தமும் ஏற்பு வாய் எதிர்நிலை மின்னழுத்தமும் கொடுக்கப்படுவதைக் காணலாம். இதன் காரணமாக PNP



(1) பொது அடிவாய்ச் சுற்றமைப்பு



(2) பொது கொடை வாய்ச் சுற்றமைப்பு



(3) பொது ஏற்பு வாய்ச் சுற்றமைப்பு

படம் 28-8

புரான் சிஸ்டம் சுற்றமைப்பு

புரான் சிஸ்டத்தில் கொடைவாய் தேர்நிலை மின்னழுத்தமும் ஏற்பு வாய் எதிர்நிலை மின்னழுத்தமும் கொடுக்கப்படுகின்றன. PNP புரான் சிஸ்டத்தில் இவை மாறப்பட்ட நிலையிலும் கொடுக்கப்படுகின்றன. இதைத் தவிர PNP சுற்றுகளும் PNP சுற்றுகளும் எல்லா விதத்திலும் ஒத்தவை. இச்சுற்றுகளில் அமைப்பு படம் 28-8-ல் காட்டப்

பட்டுள்ளது. பொது அடிவாய்ச் சுற்றமைப்பு தரைமுகத் துணைக்கப்பட்ட கிரீடையுடைய டிரையோடு மின்னூழாய்ச் சுற்றுக்கு ஒப்பானது. இதில் உள்ளிடு பகுதி மின்தடை, மிகக் குறைவாகவும்; வெளிவரு பகுதி மின்தடை, மிக அதிகமாகவும் இருக்கும். மின்னோட்ட லாபம் (current gain) ஒன்றுக்குக் குறைவாகவும் இருக்கும். இந்தச் சுற்றில் கட்டபேத மாறுதல் ஏற்படுவதில்லை. பொதுக் கொடைவாய்ச் சுற்று எல்லா வகைகளிலும் மிகச் சிறந்தது. இது தரைமுகத் துணைக்கப்பட்ட எதிர்மின்வாயை உடைய, டிரையோடு மின்னூழாய்ச் சுற்றை எல்லா விதத்திலும் ஒத்திருக்கும். மின்னூழாய்ச் சுற்றைப்போலவே இந்த டிரான்சிஸ்டர் சுற்றும் வெளிவரு சைகையை (output signal) உள்ளிடு சைகையின் ஒப்பிடும்பொழுது கட்டபேத மாறுதலுக்குட்படுத்தும். பொது அடிவாய்ச் சுற்றுடன் ஒப்பிடும்பொழுது, இந்தச் சுற்று அதிக உள்ளிடு மின்தடையையும், குறைந்த வெளிவருபகுதி மின் தடையையும் பெற்றிருக்கும். மேலும், இந்தச் சுற்று மிக உயர்ந்த மின்னழுத்தத்தையும், திறன் வாயத்தையும் (power gain) கொடுக்கின்றது. பொது ஏற்புவாய்ச் சுற்று தரைமுகத் துணைக்கப்பட்ட தேர்மின் வாயையுடைய, டிரையோடு மின்னூழாய்ச் சுற்றுக்கு ஒப்பானது. இது மின்னெதிர்ப்புப் பொருத்தத்தை அடைவதற்குப் பயன்படுகிறது. இந்தச் சுற்றில் மிக அதிக உள்ளிடு பகுதி மின்தடையும், மிகக் குறைந்த வெளிவரு பகுதி மின்தடையும் ஒன்றுக்குக் குறைந்த மின்னழுத்த லாபமும் பெறப்படுகின்றன.



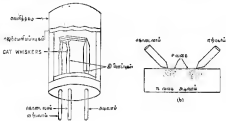
படம் 29.8

சத்தி டெட்ரோடு

டிரான்சிஸ்டர்களில் அண்மைக்காகக் கண்டுபிடிப்புகளில் சத்தி டெட்ரோடு டிரான்சிஸ்டர் (junction tetraode transistor) என்பதொன்றாகும். இதன் அமைப்பு, படம் 29.9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இதில் அடிவாயுடன் எதிர் முனையில் காப்பு மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்பட்ட (negatively biased) ஓர் இணைப்புச் சேர்க்கைப் பட்டுள்ளது. இது உயர்வட்ட அடுக்கத்தின் எல்லை (alpha cut-off frequency) மேலும் அதிகரிக்கிறது.

புள்ளியில் தொடும் புரான்சிஸ்டர் (point contact transistor) என்பது நவீன சந்தி புரான்சிஸ்டரின் முன்னோடிகளாகும். இது தொடக்கத்தில் ரேடியோவில் பயன்படுத்தப்பட்ட, படிக்கத் திருத்தி களுக்கு ஒப்பானது. இதன் அமைப்பு, படம் 29.10 ல் காட்டப் பட்டுள்ளது. இதில் இரண்டு கூரிய முனைகளை வுண்டை டம்ஸ்



படம் 29.10

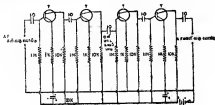
புள்ளியில் தொடும் புரான்சிஸ்டர்

டர் மின்வாய்கள் ஒரு ஜெர்மேனியம் படிக்கத்துடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. இந்த இரு டம்ஸ்டர் மின்வாய்களுக்கு 'Cat Whiskers' என்று பெயர். இவற்றில் ஒன்று கொண்டவாயாகவும் மற்றொன்று ஏற்பு வாயாகவும் தொழிற்படுகின்றன. இந்த புரான்சிஸ்டர் காற்றினால் பாதிக்கப்படாமல் இருப்பதற்காக ஒரு மினால் டிக் கூட்டிற்றுள் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

ஒரு சந்தி புரான்சிஸ்டர் (uni junction transistor), டியூட் டயோடு (tunnel diode), ஜினர் டயோடு (zener diode), சிலிகன் கட்டுப்படுத்தும் திருத்தி (silicon controlled rectifier) ஆகியவை புரான்சிஸ்டரில், அண்மைக்காலக் கண்டுபிடிப்புகளாகும். ஒரு சந்தி புரான்சிஸ்டரில் இரண்டு அடிவாய்கள் உள்ளன. இது Pn சந்தி வகையைச் சேர்ந்தது. இதில் ஓர் எதிர்மின்னடை (negative resistance) தொழிற்படுகின்றது. எதிர்மின்னடை சிறப்

பியல்பு, நேர்மின்னழுத்தக் கொண்டவாய் மின்னழுத்தத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. இது அலைவியற்றியாகவும், காணச் சுற்றுகவும் (tuning circuits) பயன்படுகின்றது. புழல் டியோடுகள் மிகக் குறுகிய  $Pn$  சத்திகளை யுடையனவாக இருக்கின்றன. வினாடிக்கு ஆயிரக்கணக்கான மொகா சுற்றுகளை யுடைய மைக்ரோ அலைவியைகளிலும், ஒரு வினாடியில், ஒரு பீரியஸில் (billion) ஒரு பாகத்திற்குச் சுற்றுகளை இணைப்பதிலோ, துண்டிப்பதிலோ உள்ள சாதனங்களிலும் இது பயன்படுகின்றது. எதிர்மின் தடை சிறப்பியல்பு காரணமாகப் புழல் டியோடுகள் அலைவியற்றிகளாகவும், உயரடுக்கப் பெருக்கிகளாகவும் பயன்படுகின்றன. ஜீனர் டியோடுகள் எதிர்மின் மின்னழுத்தத்தையுடைய சிவிகள்  $Pn$  சத்திகளை யுடையன. இது மின்னழுத்தங்களைச் சீர் செய்யதற்கும் பயன்படுகின்றது. சிவிகள் கட்டுப்படுத்தும் திருத்தி, வாயு நிரப்பப்பட்ட தைரட்டிரானு (thyatron) க்கு இணையானது. இவை மிக அதிக மின்னழுட்டமுள்ள சுற்றுகளைக் கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன.

தான்கு புரான்சில்டர்களை யுடைய ஓர் ஒளி பெருக்கிச் சுற்றின் அமைப்பு, படம் 29.11 க் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் தான்கு புரான்சில்டர்களும்  $nPn$  வகையைச் சேர்ந்தவை. இவை



படம் 29.11

தான்கு புரான்சில்டர் ஒளிபெருக்கிச் சுற்று

மின் தடை-மின் நேக்கி, நேர்மூப்பு மூலையில் ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை செனியுறு வெவ்விவறு பருதி மின்னழுத்தங்களை 2,500 மடங்களுவரை பெருக்கவல்லன. இத்தச் சுற்று ஒரு சாதாரண மின்குழாய்ச் சுற்றை ஒத்திருப்பதைக் காணலாம்.



இதுவாரும் கூறப்பட்டவைகளிலிருந்து புரான்சிஸ்டர்கள் தங்கள் தொழிற்படும் முறையில் மின்முழாய்களைப் பயன்படுத்தினதும் ஒத்திருக்கின்றன என்பது மூன்றாம், மின்முழாய்களைப்போலவே புரான்சிஸ்டர்களையும், திருத்திகளாகவும் பெருக்கிகளாகவும், அலையிற்திகளாகவும், பழுப்பாக்களாகவும் பயன்படுத்தலான மென்பது தெரிகின்றது. உருவில் சிறியவைகளாக இருந்தபோதிலும் புரான்சிஸ்டர்கள், மின்முழாய்கள் செயலக்கூடிய எல்லா வேலைகளையும் செய்கின்றன. புரான்சிஸ்டர்கள் குறைந்த மின் ஸ்தரங்களை கொண்டு இயங்குவதால் எளிதில் சூடாவதில்லை. ஆகவே, இவை தொடக்கத்தில், செனியுமுதுதலில் சாதனங்கள் (hearing aids) எளிதில் கைற்று செயலக்கூடிய சிறிய ரேடியோக்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து பயன்படுத்தப்பட்ட போதிலும் மிகக்குறுகிய காலத்திற்குள் தானே இயங்கும் தொலைபேசி அலுவலகங்கள் (automatic telephone exchanges), தொழிற்சாலைகள், கணக்கிடும் பொறிகள் (computers), ஏவுகணைகள் (missiles), செயற்கைக்கோள்கள் (artificial satellites) ஆகியவற்றில் பயன்படுமாறிற்கு முன்னேற்றமடைந்து விளங்குகின்றன. மேலும், எளிதில் பழுதடையாமல் குறைந்த எடைவுடன், குறைந்த இடத்தில் இயங்குகின்றன. மின்முழாய்களைவிடக் குறைந்த உற்பத்திகளைக் கொண்டு எல்லா வேலைகளையும் திறம்படச் செய்கின்றன.

புரான்சிஸ்டர்களில் சத்தியின் கனம் மிகக்குறைவாக இருப்பதால் அவை ஒரு மின்தேக்கியாகத் தொழிற்படலாம். அப்பொழுது அவற்றிற்கு அதிக மின்தேக்குத் திறனுண்டு. ஆகவே, புரான்சிஸ்டர்கள் தொழிற்படும் அடுக்கத்திற்கு ஓர் உச்ச வரையறை வுண்டு. இது மின்முழாய்களில் இல்லை. மேலும், புரான்சிஸ்டரிலுள்ள மின்கடத்தும் எலெக்ட்ரான்கள், துறைகள் ஆகியவை நிலைப்பொருத்து மாறும். ஆகவே, இவை மென்பதிலே உணர்த்திவுடையவைகளாக இருக்கின்றன. எனவே, புரான்சிஸ்டர்களில் தேவைப்படாத இரைச்சல்கள் ஏற்படுகின்றன.

### வினாக்கள்

1. மின் முழாய்களுக்கும் புரான்சிஸ்டர்களுக்கும் உள்ள ஒத்திசைவு வேற்றுமைகள் யாவை?
2. குறைக் கடத்திகள் என்பவை யாவை? அவற்றின் தன்மைக்குக் காரணம் கூறுக.
3.  $n$  வகை ஜெர்மேனியம்,  $P$  வகை ஜெர்மேனியம் ஆகியவற்றை விளக்குக.

4. ஒரு டயோடு டிரான்சிஸ்டரின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து விளக்கு. இத்தகைய டிரான்சிஸ்டரோடு ஒரு மின்சுத்தைத் துருவகங்களிலும் இணைப்பதால் ஏற்படும் விளைவுகளை விவரி.
5. ஒரு டயோடு டிரான்சிஸ்டருக்கு ஓர் எதிர்்தகை மின் அழுத்தத்தைக் கொடுப்பதால் ஏற்படும் விளைவுகளை விவரிக்க.
6. ஒரு N.P.N அல்லது P.N.P டிரான்சிஸ்டரின் படம் வரைந்து அது தொழிற்படும் முறையை விளக்குக.
7. ஒரு டயோடு டிரான்சிஸ்டரைத் திருத்தியாகவும், பகுப்பாகவும் எவ்வாறு பயன்படுத்தலாம்?
8. ஒரு N.P.N அல்லது P.N.P டிரான்சிஸ்டரைப் பெருக்கியாகப் பயன்படுத்தும் முறையைப் படங்களுடன் விளக்குக.
9. ஒரு டெட்ரோடு டிரான்சிஸ்டர், டிஸ்சிக் தொடுத் டிரான்சிஸ்டர், ஒற்றைச் சந்தி டிரான்சிஸ்டர், டயூட் டயோடு ஆகியவற்றைப்பற்றிப் படங்களுடன் விளக்குக.
10. தாங்கு டிரான்சிஸ்டர்களைப்பற்றி ஒர் ஒளிபெருக்கிச் சுற்றைப் படத்துடன் விளக்குக.
11. தனியாகக் கண்டுபிடிப்புடன் டிரான்சிஸ்டர் இயங்கும் முறைகளை விவரி.
12. சிறு குறிப்பு வரைக :
  - (a) மின் குழாய்களும் டிரான்சிஸ்டர்களும்.
  - (b) ஒற்றைக் கடத்திகள்.
  - (c) மின் துருவிகள்.
  - (d) ஏற்பு அணுக்களும் கொடை அணுக்களும்.
  - (e) ஜீனர டயோடுகள்.
  - (f) சிஸ்க்கைக் கட்டுப்பாடு திருத்தி.

## 30. மேசர்களும் லேசர்களும்

(Masers and Lasers)

மைக்ரோ எலெக்ட்ரானிக்ஸ் (Micro-electronics):

ராடாரைப்பற்றித் தெரிந்து கொள்ளும்போது மைக்ரோ எலெக்ட்ரானிக்ஸைப்பற்றியும், அதிலும் குறிப்பாக மேசர்கள், லேசர்கள் ஆகியவற்றைப்பற்றியும் சிற்று தெரிந்து கொள்வது நலம். ஏனெனில், மேசர்களும் மைக்ரோ அலைவரிசைகளிலேயே தொழிற்படுகின்றன. மேசர்கள், மேசர்களின் அடிப்படையில், ஆளும், ஒளிப் பகுதியில் இயக்குமனவாகும். மேசர், லேசர்களைப் பயன்படுத்தி ராடார் முறையில், இலக்குகளின் தூரங்களை மிகத் துல்லியமாக அளக்கலாம். மேலும் லேசர்களைப் பயன்படுத்தி இப் போதுள்ளதைவிட மிக அதிக தூரத்திலுள்ள இலக்குகளையும் எளிதாகக் கண்டறியலாம்.

எலெக்ட்ரானிக்ஸ் வெகு துசிதமாக முன்னேறித் கொண்டிருக்கிறது. இந்த முன்னேற்றம் அடுத்த பத்தாண்டுகளுக்குள் நிச்சயமாகத் தற்போதுள்ள ராடார், தொலைக்காட்சி, குறைக் கடத்திகள், டிரான்சிஸ்டர்கள் ஆகியவற்றைப் பழையனவாக்கிவிடும். திண்ம நிலையில் (solid state) விஞ்ஞானிகளின் ஆராய்ச்சிகள் டிரான்சிஸ்டர்கள், டயோட் டயோடு ஆகியவற்றை மட்டுமல்லாமல், லைன்காட் டயோடு (a nonlinear resistor), கிரயோட்ரான் (cryotron), சூரிய மின்கல அடுக்கு (solar battery), மேசர், லேசர் போன்ற சிவந்தரு புதிய கண்டுபிடிப்புகளையும் நமக்கு அளித்துக்கொள்ள. இந்தப் புதிய கண்டுபிடிப்புகளுக்குப் பொறி செயல் துறையில் ஏற்பட்டுள்ள துட்பலான முன்னேற்றங்களும் பெருமளவில் உதவியுக்கொள்ள. கண்ணாடித் தட்டிக் அணு அல்லது மூலக்கூறு ஏடுகளை (atomic or molecular films) ஆவியாக்குதலையும், எலெக்ட்ரான்கள், லேசர் கதிர்கள் ஆகியவற்றைக் கொண்டு மிக நுண்ணிய பகுதிகளை மைக்ரோ இயந்திர முறையில் (micro machining) உருவாக்குதலையும், பொறிசெயல் துட்பங்கட்கு

எடுத்துக்காட்டாகச் சொல்லலாம். சிந்தித்துக் கொள்ளுங்கள். முன்பு தனித்தனி எலெக்ட்ரானியல் பகுதிகள் செய்ந்து வந்த பலதரப்பட்ட வேலைகளைத் தானே ஒன்றாகச் செய்கின்ற கைக்ரோ மாக்யூல்கள் (micro modules), தொகுபின் சுற்றுகள் (integrated circuits) ஆகியவற்றைத் திண்ம நிலையில் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றங்களும், பொறிப்பில் துறையில் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றங்களும் ஒருங்கு சேர்த்து நமக்கு அளித்துள்ளன.

கைக்ரோ எலெக்ட்ரானியலிலும், கைக்ரோ சுற்றுகளிலும் நாம் இதுவரை அறித்துள்ள எலெக்ட்ரானியல் பகுதிகள் பரிமாசுக்கு சிறியவாகவும், எடை குறைந்தவாகவும் உள்ளன. வானவெளியில் எறிவப்படுகின்ற ஆயுதங்களிலும் (missiles), வானவெளி ஆராய்ச்சியிலும் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்ற பொருள்கள் எடை குறைவாகவும், குறைந்த இடத்தை நிரப்ப வேண்டியவையாகவும் உள்ளதே இந்தத் துறையில் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றங்களுக்குக் காரணமாகும். மனிதனின் வானவெளி ஆராய்ச்சி எலெக்ட்ரானியலுக்கு ஒரு வரமாக (boost) அமைந்தது. இதனால் எலெக்ட்ரானியல் உறுப்புகளின் பருமன், எடை ஆகியவை குறைந்தது மட்டுமல்லாமல், இவற்றில் தேவைப்படுகிற ஆற்றலும் பெருமளவு குறைந்துவிட்டது. மேலும், அவற்றின் தொழிற்படு நிறமையும் உயர்த்தி விட்டது. இந்தத் திறனை உயர்வே கைக்ரோ நுண்ணமைப்பு (micro miniaturization) முறை உருவாகக் காரணமாகும். தற்சர எலெக்ட்ரானியலில் மிகச் சிக்கலான கருவிகள் பாய் படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றில் பல்வகைக் கணக்கான பகுதிகளும் உறுப்புகளும் உள்ளன. இவை அமைப்பில் பெரிபனவாக இருந்தால் தொழிற்படுத்தும் குறைபாடுதாடல்வாயில் எளிதிலும் சிறந்தது விரும்.

செய்யப்படுகின்ற அமைப்பைப் பொறுத்தும், அவற்றைச் செய்கின்ற நிறுவனங்களைப் பொறுத்தும் கைக்ரோ எலெக்ட்ரானியலிலுள்ள பல பகுதிகள் பல்வேறுபட்ட பெயர்களால் அழைக்கப்படுகின்றன. தொகு கைக்ரோச் சுற்றுகள் (integrated micro-circuits), மூலக்கூறு எலெக்ட்ரானியல் (molecular electronics) கைக்ரோ மாக்யூல்கள் (micro modules), எலெக்ட்ரானியல் தொகுதிகள் (functional electronic blocks), திண்ம நிலைச் சுற்றுகள் (solid circuits) என்பன சில எடுத்துக்காட்டுகளாகும். தொடக்கத்தில் இராணுவத்திற்காகப் பயன்பட்டாலும், கைக்ரோச் சுற்றுகள் எல்லாத் துறைகளிலும் உபயோகத்திற்கு வந்துவிட்டன. ஒரு சில கன அகருவிகளில் வானவெளியில் அனுப்பப்படக்கூடியதும் துந்துக்கணக்கான ரேடியல் மடக்கு உறுப்புகளைக் கொண்டதுமான ஒரு கம்ப்யூட்டரை அமைப்பதில் விஞ்ஞானிகள் மூலக்கு கொண்

பெருக்கின்றனர். இந்த முயற்சி வெற்றிபெற்றதும் எலெக்ட்ரான் கற்றைகள் எலெக்ட்ரானியல் உறுப்புக்களை அமைக்கோ இயந்திர ஸ்தரையில் ஒரு அமைக்கோ அங்குலத்திற்கும் குறைவான நீளத்தில் செயல்படக்கூடிய ஆற்றல் உள்ளவை என்பது விளங்கும். அமைக்கோ எலெக்ட்ரானியல், (1) உறுப்புக்களைப் பொறுத்தும் பளுக்கப்படுபவை, (2) சுற்றுகளைப் பொறுத்தும் பளுக்கப்படுபவை, (3) தொழிற்படுக் குறைவையப் பொறுத்தும் பளுக்கப்படுபவை என மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

மேசர், (Masar) :

மேசர் என்ற வார்த்தை பத்தாண்டுகளுக்கு முன்பு யாரும் அறியாத ஒன்றுதும். 'Micro wave Amplification by Stimulated Emission of Radiation' என்ற ஆங்கில வார்த்தைகளில் முதல் எழுத்துகளைச் சேர்த்து 'மேசர்' என்ற சொல் உருவாக்கப் பட்டது. குவாண்டம் கொள்கையின் (quantum mechanics) அடிப்படையில், தூண்டப்பட்ட வெளிவரு ஆற்றலைப் பயன் படுத்தி அமைக்கோ அடுக்கங்களில் கசைகையைப் பெருக்குகின்ற எந்தக் கருவியும் பொதுவாக மேசர் என்றழைக்கப்படுகிறது. தூண்டப்பட்ட கதிர் வீச்சு ஒரேயலாக (coherent) அமைந்துள்ளது. வழக்கத்திலுள்ள அமைக்கோ அலைப்பெருக்கிகளோடு ஒப்பிடுகும் போது, மேசர் பெருக்கிகளில் இரைச்சல் மிக மிகக் குறைவாக உள்ளது. ஆற்றல் மட்டங்களில் (energy level) உள்ள எலெக்ட்ரான்களின் இயல்பான எண்ணிக்கையை மாற்றி ஒரேயல் தூண்டப்பட்ட கதிர் வீச்சைப் பெறுகின்ற எந்த முறையையும் மேசர் என்று பொதுவாக அழைக்கலாம்.

அமைக்கோ அலைமேசர் பெருக்கிகள் வெற்றிகரமாக இயங்கிய சிறிது காலத்திலும், ஒளி அடுக்கங்களிலும் தூண்டப்பட்ட கதிர் வீச்சைப் பயன்படுத்தி இத்தகைய சோதனைகள் செய்யப் பட்டன. இவற்றிலிருந்து ஒரேயல் ஒளிக்கதிர்களும் அவற்றைப் பயன்படுத்துகின்ற சாதனங்களும் தோன்றின. இவைகளும் குவாண்டம் கொள்கையின் அடிப்படையிலேயே இயங்கின. இவற்றிற்கு மோசர் என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. மோசர் என்ற சொல், 'Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation' என்ற வார்த்தைகளில் முதல் எழுத்துகளைச் சேர்த்து உருவாக்கப்பட்டதாகும். மோசர் சில சமயங்களில் ஒளியியல் மோசர் (optical maser) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. மோசர், மேசர், ஆகிய இரண்டுமே பெருக்கிகளாகவும் அலைவியற்றிகளாகவும் பயன்படுகின்றன. இருந்த போதிலும் அமைக்கோ அடுக்கங்களில் மோசர்கள் பெருக்கிகளாகவும், ஒளியியல், புறச்சிவப்பு

(infra-red) அடுக்கங்களில் வேர்தகள் அலைவியற்றிக்களாகவும் பயன்படுகின்றன. 1917-ல் கொள்கையின் அடிப்படையில் ஐன்ஸ்டீனும் (Einstein) வரலாறு கூறப்பட்ட 'துண்டப்பட்ட கதிர் வீச்சு' (Photo, Photo) கோள், வேர்தகளிலும் மெய்ப்பிக்கப்பட்டது.

அணுக்கள் பல்வேறு ஆற்றல் மட்டங்களில் இயங்கக்கூடியவை என்பது நாம் அறிவதும் அறிந்ததொன்றாகும். ஒர் அணுவின் கீழ் ஆற்றல் மட்டம், மேல் ஆற்றல் மட்டம் ஆகியவற்றை  $E_1, E_2$  ஆகியவற்றை குறிப்பிட்டால் இந்த இரண்டு மட்டங்களுக்கிடையே திடமும் பெயர்ச்சியை,

$$E_2 - E_1 = h\nu, \quad \dots \dots \dots (1)$$

என்று குறிப்பிடலாம். இங்கு  $\nu$ , என்பது அடுக்கத்தையும்,  $h$  என்பது ப்ளாங்கின் (Planck's) மாநிலிதையும்குறிக்கும். இந்த விவரங்களுக்கு காரணம் ஒரு மிகைத்தக் கதிர் வீச்சாகும். இந்த மிகைத்த மிகைத்த ஐயப்பாட்டுக் கொள்கையின் (uncertainty principle) காரணமாக ஆற்றல் மட்டங்கள் கூர்மையாக (sharp) அமைவதில்லை. எனவே, பெயர்ச்சி அடுக்கங்களும் ஓரலைத்தன்மை (monochromatic) உடையதாக இல்லாமல் ஒரு குறுகிய அலை மட்டையுடையதாக அமைகிறது.

அணுக்கள் வெப்பநிலைச் சமன்பாட்டிலிருந்தால் ஒவ்வொரு ஆற்றல் மட்டத்திலுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை மாநிலியாக இருக்கும். மிகைத்தக் ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து மேல் ஆற்றல் மட்டத்திற்குப் பெயர்ச்சி ஒரு மூலதனத்தால் திடமும் ஓடியும். அதாவது படுகதிர்வீச்சுப் புலத்திலிருந்து ஒர் ஆற்றல் கிடுபாட்டால் உட்கவரப்படும். ஒத்திதையில் ஒரு வினாடியில் கிடுச்சி ஐயப்பாட்டுகின்ற அணுக்களின் எண்ணிக்கை, கீழ் ஆற்றல் மட்டத்திலுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை ( $N_1$ ) க்கும், கதிர்வீச்சுச் செறிவிற்கும் ( $I$ ), ஒரு வினாடியில் உட்கவர்தல் திடம் திறத்திற்கும் (probability) தேர் வித்தத்திலுள்ளது. இவ்வாறு ஆற்றல் உட்கவரப்படும் மூலதனக்கு,

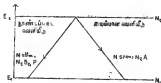
$$N_2 = N_1 B_{12} I, \quad \dots \dots \dots (2)$$

என்று எழுதலாம். இங்கு  $B_{12}$ , என்பது திடம் திறத்தைக் குறிக்கும். மேல் மட்டத்திலுள்ள எவெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை வெப்பநிலைச் சமன்பாட்டில் இருக்கக்கூடியவற்றை அடிகமையிலுக்கும்.

ஆகவே,

$$N_{\text{eff}} = N_2 B_{21} \rho \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (8)$$

இங்கு  $N_2$  என்பது மேல் மட்டத்திலுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை  $B_{21}$  என்பது மேல் மட்டத்திலிருந்து கீழ் மட்டத்திற்கு வருவதற்கான நிகழ்திறம்,  $\rho$  என்பது அதிர்வீச்சுச் செறிவு ஆகும். தொடக்கத்திலேயே மேல் மட்டத்திலுள்ள அணுக்கள் கீழ் மட்டத்திற்குக் அதிர்வீச்சு மூலையில் இரு விதங்களில் ஆற்றலை வெளியிட முடியும். (1) தூண்டப்பட்ட மூலையில் வெளியிடுதல்; இதில் ஒரேயல் அதிர்வு வெளியிடப்படுகிறது; (2) தானாகவே வெளியிடுதல். இதில் மாநிலவில்க் அதிர்வுகள் (incoherent) வெளியிடப்படுகின்றன. இரண்டாவது வகை



படம் 80.1.

தூண்டப்பட்டு வெளியிடுதலும் தானாக வெளியிடுதலும்

படுவின் காத்த அலைகளின் செறிவைப் பொறுத்து அமைவதில்லை. எனவே, தானாகவே ஆற்றலை வெளியிடும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை,

$$N_{\text{spont}} = N_2 A \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (4)$$

என்ற சமன்பாட்டினால் பெறப்படுகின்றது.  $A$  என்பது தானாகவே ஆற்றலை வெளியிடப் பெயர்ச்சி நிகழ்திறமாகும்.

சமன்பாடுகள் (2), (3), (4) கைச் சேர்க்கும்போது,

$$N_A = N_{\text{eff}} + N_{\text{spont}}$$

ஏனெனில், சமன்பாட்டினால் உட்கவரக்கூடிய அணுக்களின் எண்ணிக்கையும் வெப்பநிலை சமன்பாட்டினால் சமமாக இருக்க வேண்டும்.

$$\therefore N_1 B_{12}\rho = N_1 B_{21}\rho + N_2 A \quad \dots \quad (5)$$

கீழ்க்கட்டத்திலிருந்து மேல் கட்டத்திற்குச் செல்வதும், மேல் கட்டத்திலிருந்து கீழ்க்கட்டத்திற்கு வருவதும் சம அளவில் நிகழி கூடிவனவவாதலால்,

$$B_{12} = B_{21} = B \quad \dots \quad (6)$$

$$\therefore N_1 B\rho = N_2 B\rho + N_2 A$$

$$\rho(N_1 - N_2) B = N_2 A.$$

$$\rho = \frac{N_2}{N_1 - N_2} \cdot \frac{A}{B}$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{N_1}{N_2} - 1\right)} \cdot \frac{A}{B} \quad \dots \quad (7)$$

பொருளின் கதிர்வீச்சு விதிப்படி, கதிர்வீச்சு ஆற்றலின் செறிவு ( $\nu$  அடுக்கத்தில்),

$$\rho(\nu) = \frac{8\pi h}{\lambda^3} \cdot \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{KT}} - 1} \quad \dots \quad (8)$$

இங்கு  $\lambda = \frac{c}{\nu}$  ஆகும்.  $K$  என்பது போல்ட்ஸ்மனின் மாறிலியாகும்.

ஆனால், அணுக்கள் வெப்பச் சமநிலையிலுள்ளன. மேல் கட்டத்திற்கும், கீழ்க்கட்டத்திற்குமிடையே அணுக்களின் பங்கீடு மாக்குவெல்-போல்ட்ஸ்மனின் புன்ளியியல் விதியில் அமைந்துள்ளது. எனவே,  $T^\circ$  வெப்பநிலையில், வெப்ப நிலைச் சமன் பாட்டில்,

$$\frac{N_2}{N_1} = e^{-\frac{h\nu}{KT}} \quad \dots \quad (9)$$

ஆகும். மேலே, மேலே தொழிற்படு முறையை அறிந்து கொள்வதில் சமன்பாடு (9) மிக மிக முக்கியமாகும்.

சமன்பாடு (9)-ஐச் சமன்பாடு (7)-ல் போட்டால்,

$$\rho = \frac{1}{e^{\left(\frac{h\nu}{KT}\right)} - 1} \cdot \frac{A}{B} \quad \dots \quad (10) \quad \text{ஆகும்.}$$



(8), (10) ஆகியவற்றில் குறுக்கக்கோடு ஒப்பிடும் போது,  $\frac{A}{B} = \frac{8\pi h}{\lambda^2} \dots \dots \dots (11)$

இங்கு,  $A$  தானாகவே ஆற்றலை வெளியிடுதலுக்குப் பெயர்ச்சி திகழ் திறமாகும்.

$B$  தூண்டப்பட்டு ஆற்றலை வெளியிடுதலுக்குப் பெயர்ச்சி திகழ் திறமாகும். சமன்பாடு (11) தானாகவே வெளியிடப்படும் ஆற்றலுக்கும், தூண்டப்பட்டு வெளியிடப்படும் ஆற்றலுக்கும் உள்ள தகவு விகிதமானால் அது தளத்தில் மும்படிக்கு எதிர் விதித்தீதிலுள்ளது என்பதைக் காட்டுகின்றது. மேலும்  $h = 6.62 \times 10^{-27}$  எர்க்குலன்/வினாடியாகும். கைமேரோ அலை வரிசையில்  $\lambda \sim 1$  சென்டி மீட்டரானதால் தானாகவே வெளியிடப்படும் ஆற்றல் தூண்டப்படும் ஆற்றலுடன் ஒப்பிடும் பொழுது மிகமிகக் குறைவாகும். ஆனால், ஒளியியல் பகுதியில் அலைநீளம் மிக மிகக் குறைவாகும். அதாவது  $\lambda \sim 5,000 \text{ \AA}$ . ஆகவே, தானாகவே வெளியிடப்படும் ஆற்றலில் உள்ளடாகும் இரைச்சல் ஏறக்குறைய  $10^{15}$  பங்கு அதிகரிக்கின்றது.

$A$  என்ற குறுக்கத்தின் மதிப்பு,

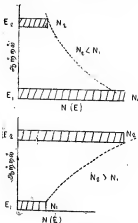
$$A = \frac{64\pi^2}{8h\lambda^2} \left| \mu^2 \right| \dots \dots \dots (12)$$

என்ற சமன்பாட்டினால் பெறப்படுகின்றது. இங்கு  $\mu^2$  என்பது பெயர்ச்சியின் மாட்ரிக்கின் (matrix) இறுதியாகும்.

$$\text{இவ்வாறே } B = \frac{8\pi^2}{3h^2} \left| \mu^2 \right| \dots \dots \dots (13)$$

ஒரு மோசர் பெருக்கியில் தானாகவே வெளியிடப்படும் ஆற்றல் இரைச்சலாகக் குறைக்கின்றது. இந்த இரைச்சல்  $N_2$ ,  $A$  ஆகியவற்றுக்குப் தீர்மானிக்கப்படுகின்றது (சமன்பாடு 3 ஐப் பார்க்க). ஆனால்,  $N_{min}$  என்பது  $P$ ,  $N_2$  ஆகியவற்றைப் பொறுத்ததுள்ளது. (சமன்பாடு 3-ஐப் பார்க்க). ஆனால், எப்பொழுதும் வெப்பநிலைச் சமன்பாட்டில் குதிப்பிட்ட வெப்பநிலையில்  $N_2$  வானது,  $N_1$  ஐ விடக் குறைவாகவே இருக்கும். ஆகவே, ஒரு மோசர் தொழிற் படுவதற்குச் சாத்தக ஈட்டங்களுக்கிடையே எவெக்ட்ரான்களின் செறிவு மாற்றப்படவேண்டும். அதாவது  $N_2$  வின் மதிப்பு  $N_1$  க் மதிப்பைவிட அதிகரிக்கப்படவேண்டும். இந்த மூறைக்குப் பெயர் செறிவுப் புரட்டு (population inversion) ஆகும் (படம் 80.2).

ஒரு மோசில் - கலகைக்கும் இனரச்சுக்கும் உள்ள தகவு துண்டப்பட்டு வெளிவருகின்ற ஆற்றலுக்கும், தானாகவே வெளிவரும் ஆற்றலுக்குமுள்ள தகவிலும் பெறப்படும் என்று முன்பே கூறினோம். அனுகூலின் தொகுதியை ஓர் ஒத்ததினில்



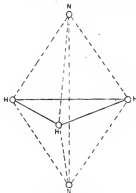
படம் 80.2

இருண்டங்களில் எவெக்ட்ரான்களின் அடர்த்தி

(resonator) வைப்பதாலும், கதிர்விக்கப் புலத்தின் செறிவை அதிகரிப்பதாலும் இனரச்சம் பெருக்கத்தைக் குறைக்கலாம்.  $N_{max} / N_{res}$  என்பது அமைப்பின் வெப்பநிலையை நேரடியாகப் பொறுத்ததன்று. அதாவது இனரச்சங்களின் வெப்பநிலை, அனுகூலின் உண்மையான வெப்பநிலைவாழிட மிகமிகக் குறைவாக இருக்குமாறு பெருக்கிக்ளை அமைக்கலாடிடும். எவன்பாடு (11)ல்  $\frac{A}{B} \propto \frac{1}{\lambda^2}$  ஒளியியல் அலை நீளங்களில் தானாகவே வெளிவரும் ஆற்றல், துண்டப்பட்டு வெளிவரும் ஆற்றலாழிட, எவக்ட்ரோ அலைநீளங்களில் இருப்பதாழிட அதிகமாழிட. இவ்வாறு

மைக்ரோ அலைநீளப் பகுதியில், மேசிகன் பெருக்கிகளாகவும், ஒளியியல் பகுதியில் மேசிகன் அலைவியற்றிகளாகவும் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

மேசை கூறப்பட்ட கோட்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி அமோனியா ( $NH_3$ ) மேசை மூதல் மூதலில் வெற்றிகரமாகச் செய்யப்பட்டது. இவற்றில் ஆற்றல் மட்டங்கள் அமோனியா மூலக்கூறின் (ammonia molecule) அதிர்வு நிலைகள் (vibrations)



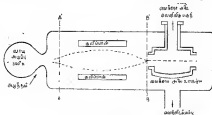
படம் 80.8

அமோனியா மூலக்கூறு

(vib.) ஆகும். அமோனியாவிலுள்ள மூன்று கைடாஜன் அணுக்களும், ஒரு முக்கோணத்தில் மூன்று மூலையிலுள்ளன. கைடாஜன் அணு மூன்று கைடாஜன் அணுக்களுமுள்ள தளத்திற்குச் செங்குத்தான கோட்டைப் பொறுத்து அதிர்வுறும். இங்ஙனம் கைடாஜன் அணு இருப்பிடம் ஒன்றிலே அல்லது இருப்பிடம் இரண்டிலே இருக்கமுடியும். (படம் 80.8)

மேசை கூறப்பட்ட இரு நிலைகளுக்கிடையே கைடாஜன் அணு அலைவுறும்போது கைடாஜன் அணுக்கள் கழம்பதாகத்

கொண்டவரம். இந்த இரண்டு இயலமைப்புகளும் (structure) மூலக்கூறின் ஒரே ஆற்றல் மட்டத்தைச் சரிவராக குறிப்பிட மாட்டா. ஏனெனில், ஹைட்ரஜன், கதிரேஜன் அணுக்களின் அலைமணிக் கோவைகள் (wave functions) முழுவதும் சமச் சீருடையனவாக இருப்பதில்லை. இவ்வாறு மூலக்கூறு இரண்டு ஆற்றல் மட்டங்களில் இருப்பதாகக் கொண்டனம்.  $28.77 \text{ kmu/s}$  மைக்ரோ அடுக்கம் வித்தியாசமுள்ள இரு நிலைகள் மேல்



படம் 30.4

அமோனியா மேசின் தொகுப்புப் படம்

தொழிப்படுவதற்கு உகத்தனவாரும். இந்த நிலைகளிதான் செறிவு மிகுந்த அதிர்வு இடப்பெயர்ச்சி தீங்கின்றது. இதனால் ஏற்படுகின்ற ஒத்திசைவுக் கொடு மிகக் குறுகிய மட்டையகலத்தை உடையதாக இருக்கின்றது. அமோனியா மேசின் தொகுப்புப் படம் 30.4-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒர் அமோனியா மூலக்கூறு கற்றை ஒரு வாயு அடுப்பி கிருத்த (gas oven) ஒரு துணைவழியே வெளியாகின்றது. இந்த அடுப்பின் வெப்பநிலையைத் துல்லியமாகக் கட்டுப்படுத்தலாம். இந்தக் கற்றையின் மேல் ஆற்றல் மட்டம், கீழ் ஆற்றல் மட்டம் ஆகிய இரு மட்டங்களிலும் மூலக்கூறுகள் இருக்கும். இந்தக் கற்றை ஒரு நிலை மின்னிகர்ப்பாணிக் (electrostatic separator) கிடையே செல்லுகின்றது. இந்த இரு ஆற்றல்மட்டங்களிலுள்ள மூலக்கூறுகளும் ஒரு சீர்தர மின்புலத்தினால் (non uniform electric field) பிரிக்கப்படுகின்றன. ஏனெனில், இந்த மூலக்கூறுகளின் தான் முனைவுத் திருப்பு திறங்கள் (quadrupole moments) மேல், கீழ் ஆற்றல் மட்டங்களில் வெவ்வேறு அமைந்துள்ளன. இதனால் இரண்டு வகைப்பட்ட மூலக்கூறுகளிலும் விலக்கங்கள்

மேல்மேலுதி அவை தனித்தனிக் கற்றைகளாக மாற்றப்படுகின்றன. மேல்மட்ட மூலக்கூறுகள் சாதனத்தின், அச்சின் வழியாகச் செல்லுகின்றன. கீழ்மட்ட மூலக்கூறுகள் பக்கவாட்டில் தர்பீச் செல்லுகின்றன. மேல்மட்ட மூலக்கூறுகள் ஒரு சிறந்த கற்றையாகக் குவிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு தளக்கம்  $AA'$ ,  $BB'$  ஆகியவற்றின் கிடைமேல் மூலக்கூறுகளின் பிரிப்பதன்மூலம் செறிவுப் புரட்டு பெறப்படுகின்றது.  $BB'$  என்ற தளத்தில் மெருப்பளவும் மேல்மட்டத்திலுள்ள மூலக்கூறுகளே அமைந்துள்ளன. இந்த மூலக்கூறுகள் மிகு மைக்ரோ ஆலை, ஒத்ததிர்வு உட்குழியின் குள் செல்லுகின்றன. இந்த உட்குழியின் ஒத்ததிர்வு அடுக்கம் அமோனியாவின் ஆலைவறு பெயர்ச்சியின் அடுக்கமான 28.87  $\text{cm}^2$  க்குச் சமமாக இருக்கும்படி மிகக் கவனமாகச் சரிசெய்யப் படுகிறது. உட்குழியின் அதிகமான  $\rho$ -கூற்றெண்ணைப் பெற்றிருப்பதால், மேல்மட்ட மூலக்கூறுகளிலிருந்து ஆற்றல் வெளிவிடப்படுவதைத் தூண்டிவிடத்தக்கான திறன் அது பெற்றுள்ளது. இதனால், அணுக்கள் மேல்மட்டத்திலிருந்து கீழ்மட்டத்திற்கு வந்து உட்குழிவை விட்டு வெளிவருகின்றன. வெளிவரு ஆற்றல் உட்குழியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஆலைவழிப்படுத்தி (wave guide) களின் வாயிலாகப் பெறப்படுகின்றது.

ஆலைகள் தொடர்த்து நீளவதற்குத் தூண்டப்பட்ட அதிர்விச்சாகக் கற்றையிலிருந்து கொடுக்கப்பட்ட திறன் உட்குழியில் கலரப்பட்ட திறனுக்குச் சமமாகவோ, அதிகமாகவோ இருக்க வேண்டும்.

கற்றையாகக் கொடுக்கப்பட்ட திறன்

$$P = Nh \nu_0 |a|^2$$

இங்கு,

$N$ —ஒரு வினாடியின் உட்குழிவைவடைவும் மேல்மட்ட மூலக்கூறுகள்.

$\nu_0$ —அமோனியாப் பெயர்ச்சியின் அடுக்கம்.

$|a|^2$ —ஒரு மேல்மட்ட மூலக்கூறு கீழ்மட்டத்திற்கு வருவதற்குப் பெயர்ச்சி நீளத் திறமாகும்.

$$\text{உட்குழியில் உட்கவசீதலாக ஏற்பட்ட ஆற்றல் இழப்பு, } PL = \frac{\omega_0 W}{Q}$$

இங்கு,

$Q$ —உட்குழியின் கூற்றெண்.

$W$ —உட்குழியில் செலிக்கப்பட்டுள்ள ஆற்றம்.

$\omega_0 = 2\pi \nu_0$

மீறகு, அலைவு தொடர்ந்து நிகழ்வதற்கு,

$$Nh \nu_0 |a|^2 = \frac{\omega_0 W}{Q} \text{ ஆகும்.}$$

அமோனியா மோசர் ஒரு குறுகிய பட்டை அலைநியத்தியாகத் தொழிற்படுவதற்கு உசர்த்தது. இது சில நேரங்களில் பெருக்கி வாகப் பயன்பட்ட போதிலும், அவ்வளவு சிறத்த மைக்ரோ அலைப் பெருக்கியாகத் தொழிற்படுவதில்லை.

வேறு பலதரப்பட்ட மோசர்களும், உபயோகத்திற்கு வந்துள்ளன. அவற்றிற்குத் 'தொடரலைத் திண்மநிலை மோசர்கள்' (continuous wave solid state masers) என்று பெயர். அவை யாவன :

1. மூன்றடுக்கு உட்குழிவு மோசர்கள் (Three level-cavity masers).
2. தள்ளு—இழு மோசர்கள் (Push-pull masers).
3. நகரும் அலை மோசர்கள் (Travelling wave masers).
4. சுழிப்புல மோசர்கள் (Zero field masers)
5. எதிரொலிப்பு உட்குழிவு மோசர்கள் ((Reflection cavity masers).

மேலும் துடிப்புத் திண்மநிலை மோசர்களில் சென்டிமீட்டர் இரண்டடுக்கு மோசர்கள், மில்லி மீட்டர் இரண்டடுக்கு மோசர்கள் என இரு வகைகள் உள்ளன.

மோசர்கள் மூக்கியவாக மைக்ரோ அலைப்பெருக்கிகளாகும். குறிப்பாகப் பெறப்பட்ட வேண்டிய கசகை, இரைச்சலுடன் ஒட்டுங்கூகக் மிகக் குறைவாக இரக்கும்போது இந்த மோசர்கள் மிகச் சிறத்த மூகறையில் இயங்குகின்றன. மோசர்கள் செயற்கைக் கோக்கல்மூலம் செய்திபனுப்பு மூகறையிலும், ரேடியோ வானியியலிலும், மிக அதிக தூரத்திலுள்ள விண்மீன்களிலிருந்து வருகின்ற கசகைகளைப் பெறுவதிலும், ரேடியோ விண்மீன் (radio star),

விண்வீன் மண்டலம் (galaxy) ஆகியவற்றை ஆராய்தலிலும், கைக்ரோ அலைகள் திறமாலையிலும் (micro wave spectroscopy) வெகுவாகப் பயன்படுகின்றன.

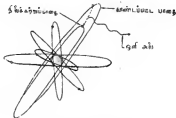
**லேசர் (Laser) :**

திண்ம நிலைப் பொருள்கள் (solid state physics) அண்மையில் லேசரைக் கண்டுபிடித்துள்ளது. Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation என்ற வார்த்தைகளின் முதல் எழுத்துகளால் சேர்த்து LASER என்ற சொல் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது என்று மேலே கூறினோம். லேசர் ஒரு குறுகிய பட்டையகரத்தில் திரை வாய்க்குள் கணக்கான ஒளியல் ஒளியை உண்டாக்கக் கூடியவை. இந்தப் பட்டையகரம் விவத்தகு அளவு செயல்திறை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லும். தற்போது செய்தியனுப்பும் நுழைவிக் ஏற்பட்டுள்ள வாய்க்கால் (channel) கூட்டங்களைச் சமாளிப்பதற்கு எதிர்காலத்தில் ஒளி அடுக்கங்களில் அநேக பட்டையகரங்களையே நாம் பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கும். 500 மில்லியக் மெகா ஸைக்கிள் அடுக்கத்தையுடைய ஊர்ஜி அலைகள் செய்திகளை அனுப்புவதற்கும் பகுப்பாக்கலிலும், பண்பேற்றிகளிலும் அநேக பிரச்சினைகளை இன்னும் தீர்க்க வேண்டியுள்ளது. கண்ணாறு அடுக்கப் பகுதியான 4000 விசுத்து 7000 Å<sup>2</sup> வரையுள்ள பகுதி ஏறக்குறைய 80 மில்லியன் டெனீவிக்ஸ் வாய்க்கால்களைக் கொண்டுமென்று கணக்கிடப் பட்டுள்ளது.

லேசர் வெகு தூங்களுக்கப்பால், செய்திகளை எடுத்துச் செல்லு கின்ற ஒர் ஆற்றல் மிக்க செய்தியனுப்பு நுழைவிட்டுமன்று. அது பொருள்களில் ஒர் அடிப்படைக் கண்டுபிடிப்புமாகும். இது முன்பு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வெற்றிடக் குழாய்க் கண்டுபிடிப்புக்கு எல்லா விதத்திலும் ஒத்ததாகும். லேசரில் ஒத்திணையாக உள்ளதும், மிக அதிக செறிவுட்பட்டவாட்டதுமான கற்றைகள், நுட்பம் வாய்ந்த அருமை சிசிச்சைகளைச் செய்கின்றன. மேலும், இவை ராடார் 10,000 பங்கு துல்லியமான இலங்கச் செய்கின்றன. கண்ணாறு குப் புலனுதாத கம்பிகளைச் சேர்ப்பதற்கும், எத்த ஒரு திட்டப் பொருளையும் ஒரு சில கைக்ரோ விசுத்துகளில் ஆவியாகச் செய்வ தற்கும் லேசர் கருவிகள் பயன்படுகின்றன. நாவல்களில் கூறுப் பட்டுள்ள மரணக் கதிர்கள் (death rays) லேசரால் மெய்ப்படுத்தப் பட்டுள்ளன. இந்த லேசர் கதிர்கள் வழியே வஞ்சிற்ற எந்தப் பொருளும் எரிந்து நிர்லாயமாகின்றது. இத்தகைய ஆற்றல் வாய்ந்த லேசர் கதிர்களை விஞ்ஞானிகள் மேல்நாடுகளில் உருவாக்கி வருகின்றனர். இனி, வரப்போகும் ஆராய்ச்சிகளுக்கு

முன்னோடியாக அமெரிக்காவிலுள்ள சிவ M.I.T. பொறியியல் வல்லுநர்கள் அன்றையதில் ஒரு சிவப்பு கோல் கத்தையைச் சத்திாளுக்கு அனுப்பி, ஒரு புள்ளியில் ஒளியைத் தோற்றமித்து இரண்டு மைல் விட்டமுள்ள பரம்பை எரித்தனர். இதையே ராடாரில் பயன்படுத்தினும் அது 500 மைல்கள் அகலமுள்ள பரம்பை ஒளிப்படுத்தும்.

மேசரின் கொள்கை முதன் முதலில் 1955-ல் சாசலக் டவுனில் என்ற கொலம்பியாப் பல்கலைக் கழகத்தின் விஞ்ஞானியாலும், ஆர்தர் ஷாலோ என்ற பெல் ரோதனைச் சாலைமையச் சேர்ந்த விஞ்ஞானியாலும் உருவாக்கப்பட்டது. இந்த மேசரின் கொள்கையுள் மேற்கூறப்பட்ட மேசரின் கொள்கையைப் போல்



படம் 80.5.

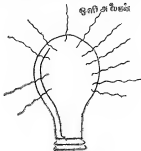
எலெக்ட்ரான் சுற்றுப் பாதைகள்

ரதேயாகும். அதாவது மேசரும் குவாண்டம் கொள்கையின் அடிப்படையிலேயே இயக்குகின்றது. இதில் எலெக்ட்ரான் வெளி விடுகின்ற ஆற்றல் அந்த அணுவையும், எலெக்ட்ரான்களுக்குக் கொடுக்கப்பட்ட ஆற்றலையும் பொறுத்திருக்கின்றது (படம் 80.5).

ஒளியை உண்டாக்குவதற்கு எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு வெளி மூலத்திலிருந்து தேவையான அளவு ஆற்றலை உட்கவரவேண்டும். ஓர் எலிய மின் குழாயில் இந்த ஆற்றல் மின்னொட்டத்திலிருந்து பெறப்படுகின்றது. மின் குழாயிலிருந்து உதிர்வீச்சுமூலம் வெளிப் படுகின்ற ஆற்றல் எண்ண அலை தீசைகளிலும் அதாவது எர்வா வண்ணங்களிலும், எர்வாத் தீசைகளிலும் பரவுகின்றது. இவை படம் 80.6-ல் காட்டியவாறு சிவ தீசைகளில் ஒள்கதரப்பொன்று எதிர்த்தும் ஓர் ஒழுங்கற்ற முறையில் பரவுகின்றன.



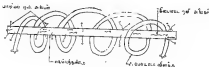
முதல் மூலையில், உருவாக்கப்பட்ட கோசிக் ஒரு பெய்திக் தடிமனே வுள்ள இளஞ்சிவம் (pink) நிறமான செயற்கைக் கெம் சீனும் (synthetic ruby) செய்யப்பட்ட தண்டு இருந்தது. ஆகிற லுத் தருகின்ற வெளிநுண்ம் ஒரு சாதாரண பரிசை நிறமுள்ள



படம் 80.6

பரிசை ஒளி அலைகள்

ஒளியாகும். இந்த ஒளியுண் புனைப்படம் எடுப்பதில் பயன்படு கின்ற ஒளித்தெறிப்புக் (flash tube) குழாயாகும். இந்த ஒளித் தெறிப்புக்குழாய் கெம்புத் தண்டினுள் ஒரு தக்கைத் திருகைப் போம் (cork screw) சுற்றப்பட்டிருந்தது. இதனுடைய அமைப்பு, படம் 80.7 க் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 80.7

இயற்கையான பரிசை ஒளித் தலைத் தூண்டுதல்

செயற்கைக் கெம்பு அலுமினியம் ஆக்சைடு படிவத்தா யானது. இதில் சில அலுமினிய அணுக்கள் குரோமியம் அணுக்

கனார் மாற்றப்பட்டுள்ளன. குரோமியம் அணுக்கள் பச்சை ஒளியை உட்கவருகின்றன. இவ்வாறு சிவப்பு வண்ணம் வெளிவிடப்படுகின்றது. இதேவே கெம்பு சிவப்பு நிறமாக இருப்பதற்குக் காரணமாகும். கெம்புத் தண்டைச் சுற்றிலுள்ள ஒளித் தெறிப்புக் குழாயை எரியவிடும்போது, இந்தக் குழாயின் பச்சை ஒளி, குரோமியம் அணுக்களிலுள்ள சிவ எலக்ட்ரான்களைக் கிளர்ச்சி யடைபவ் செல்கிறது. எனவே, இந்த எலக்ட்ரான்கள் மேல் சுற்றுப் பாதையை அடைகின்றன. இந்த எலக்ட்ரான்கள் திரும்பவும் தங்களுடைய இயல்பான சுற்றுப் பாதைகளுக்கு வரும்போதுது கவரப்பட்ட பச்சை ஒளி, சிவப்பு ஒளியாக வெளிவிடப்படுகின்றது. இதனால் கெம்பின் சிவப்பு ஒளித்தல் நீகலுகின்றது. இந்த இயற்கையான ஒளித்தலில் இடைபூறு என்னவென்றும், இந்த ஒளித்தல் சாதாரண ஒளியைப் போன்ற மாறியல் (incoherent) ஒளித்தலாகும். இது வணரயில் கெம்பை அகளுடைய இயற்கையான சிவப்பு ஒளித்தலுக்குக் கிளர்ச்சி யடைபவ் செய்திருக்கின்றோமே தவிர ஒளியல் ஒளியைப் பெறவில்லை.

கெம்பிலுள்ள மிக்னியல் கணக்கான கட்டுப்பாடற்ற எலக்ட்ரான்களை ஓர் ஒழுங்கிற்குக் கொண்டுவருவதற்கு டவுன்சும், ஷாமோவும் ஒரு சிக்கலான அதைப்பைக் கண்டுபிடித்தனர். கிளர்ச்சியூட்டப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் மேல்குற்றுப்பாதைகளை யடைந்து திரியுற்ற தகைமையைப் பெற்றுத் தாக்கக் கவர்த்த ஆற்றலை வெளிவிடத் தவிராக இருக்கின்றன. இந்த எலக்ட்ரான்களை அதேயளவு அலிதளம் உள்ள ஒளியின் மூன்றால்

கிளர்ச்சியூட்டப்பட்ட அணுக்கள்



கியல்பான சுண



படம் 30.5

இயல்பான அணுவும் கிளர்ச்சியூட்டப்பட்ட அணுக்களும்

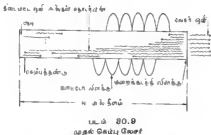
கொண்டுவருவதன் மூலம் அதை சாதாரணமாக வெளிவிடுவதையிட மூன்றதாவதே தங்கனது அதிக ஆற்றலை வெளிவிடும்படி செய்வனாம். மேலும், இந்த ஆற்றல் யாவும் தூண்டி

பட்ட அலைகளோடு ஒரே கட்டத்தில் (in phase) இருக்கும். எனவே, இவை ஒன்றையொன்று ஊக்குவிக்கும். இவ்வாறு கிளர்ச்சியூட்டப்பட்ட மிக அதிகமான எலெக்ட்ரான்கள் தேவைப் படுகின்றன. முதலில் ஒரு சில எலெக்ட்ரான்களால் தானாகவே தூண்டப்பட்ட ஒளி, மற்ற எலெக்ட்ரான்களையும் உடனே தூண்டி அவற்றின் ஒத்த அலைகளை வெளியிடும்படி செய்கின்றன. இவ்வாறு பெருமளவு பெருக்கப்பட்ட ஒளி அலை பெறப்படுகின்றது. இது படம் 30.5 க் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஆனால், இந்தப் பெருக்கப்பட்ட அலைகள் மாறியல் அலைகளின் இடையில் இழக்கப்படுகின்றன. இறுதியாக வேறொன்றும் தேவைப்படுகின்றது.

தொடக்கத்தில் வெளியிடப்பட்ட ஒளி அலைகள் மீண்டும் கிளர்ச்சியூட்டி, எலெக்ட்ரான்களையே மறுமுறை சென்று மீண்டும்படி செய்பவென்றும், உண்மையில் இதை மீள்விவன் கணக்கான தடவைகள் செய்பவென்றும், இந்த முறையில்தான் ஆற்றல் வாய்ந்த தொடர்வினை (chain reaction) ஏற்பட்டு, மிக அதிகமான அளவு ஒளியல் ஒளி உண்டாகின்றது. இந்த முக்கியமான நிகழ்ச்சியை கெம்புத் தண்டின் இரு முனைகளிலும் ஆட்களை (mirrors) வைத்துப் பெற்றனர். அந்த ஆட்களில் ஒன்று மற்றதை விடக் குறைவாக ரசம் பூசப்பட்டிருந்தது. எனவே, அது ஒரு பகுதி ஒளிபுகும் (partially transparent) தன்மாக அமைத்து, அதிலிருந்து ஒளி வெளியேறுவாறு இருத்தது. கெம்புத் தண்டின் அச்சுக்கு இரண்டாக அல்லவல்ல மற்றக் கோணங்களில் செல்லுகின்ற ஒளி அலைகள் வினாவில் சிதறடிக்கப்படுகின்றன. கெம்புத் தண்டின் அச்சுக்கு இரண்டாகச் செல்லுகின்ற ஒளியலைகள் மட்டும் ஒன்றையொன்று ஊக்குவித்து ஒவ்வொரு தடவையும் அதிக அளவு எலெக்ட்ரான்களைக் கிளர்ச்சியூட்டி அவற்றை மீள்விவன் கணக்கான மடங்குடன் பெருக்குகின்றன. மேசர் தண்டின் நீளம் வெளியிடப்படுகின்ற ஒளி அலைகளின் நீளத்தைப் போலக் குறு எண் (integer) மடங்காக இருந்தால் ஓர் ஆற்றல் மிக்க ஒளியல் ஒளியின் நிலையான அலை உண்டாக்கப்படும். தடை முறையில் மேலே சொல்லப்பட்டவை பயிற்சியும் ஒளிதெறிப்புக் குழாப் எசியவிடப்பட்ட ஒரு வினாடிக்குமேனவே நிகழ்கின்றன. உடனே மேசர் தண்டின் குறை ஒளிபுகும் (semi transparent) முனையின்வழியே ஓர் ஆற்றல் வாய்ந்த ஒளியல் சிவப்பு ஒளிக் கற்றை வெளிவருகின்றது. இந்தக் கற்றை ஒரு குறுகிய உருகுவி வடிவத்தில் தண்டின் அச்சுக்கு இரண்டாக வெளிவருகின்றது. இந்த மேசர் ஒரு சமயத்தில் ஒரு துடிப்பைமட்டும் வெளியிட்டு, விட்டுவிட்டு இயங்குகின்றது.

1960-ல் மெய்மக் (Maiman) என்ற விஞ்ஞானி முதல் செம்பு லேசர் செய்து காட்டிய பிறகு, லேசர் திசுத்திரி பலதரப்பட்ட பொருள்களில் ஆரம்பிப்பட்டுள்ளது. உதாரணமாக நியோடியியம் கண்ணாடி (neodymium glass), அருமண் தனிமங்களில் (rare earth elements) மூழ்கடிக்கப்பட்ட (doped) கால்சியம்-புளூரைடு, (calcium fluoride), கால்சியம்-ஆர்சைனடு (gallium arsenide) முதலியவற்றில் லேசர் திசுத்திரிகள் காணப்பட்டுள்ளன. மேலும்,



ஒரு சில மாதங்களுக்குள்ளாகவே திடமாக, தனிமம் வாய்க்கக் கூடிய கைவலவிக் தொடர்ச்சியான லேசர்கள் (continuous lasers) உருவாக்கப்பட்டன. ஆனால், இந்த வகை லேசர்கள் ஆற்றல் குறைத்து காணப்பட்டன. தொடர்ச்சியான வாயு லேசர்கள் பெரும்பாலும் திடமாக மின் குழாய்களை ஒத்துள்ளன. அவ்வகையில் ஒரு திடநிலைநிலை உட்புகுத்தும் லேசர் (solid state injection laser) கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த லேசர் திசுத்திரிய வேண்டும் போது உண்டாக்கி, தேவைப்பற்றபோது நிறுத்திவிடலாம்.

லேசர்களை உருவாக்குவதற்கு அநேக ஒற்றைப்படிக்கங்கள் (single crystals) உபயோகப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் குறிப்பாக அருமண் அயனிகளில் தோங்கப்பட்டுள்ள பிபிரானாடுகம், டங்க்டேட்டுகம், மாஸ்டிரிடேட்டுகம் ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம். இவற்றில் செம்பைவிட எளிதாக லேசர் திசுத்திரியத் தோற்றுவிக்கலாம். இவற்றில் லேசர் வெளியாகு ஆர்வத்தக்க அட்டவணை 80.1-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இவை பல வகைகளில் செம்பு லேசரிலிருந்து மாறுபடுகின்றன.

அட்டவணை 30.1

இயற் கோணவயணி	தொடக்கப் பட்ட ஆயணி	செறிவு கோல் / ஒற்றிக்கு	வெளிவரு அலை நீளம் $\mu$
$Al_2 O_3$	$Cr^{3+}$	0.01–0.05	0.6948
$Al_2 O_3$	$Cr^{3+}$	0.8–0.5	0.701
$Ca F_2$	$U^{3+}$	0.05	2.24, 2.49, 2.818
$Ca F_2$	$Sm^{2+}$	0.05	0.708
$Ca F_2$	$Dy^{3+}$	0.08	2.38
$Ca F_2$	$Tm^{3+}$	0.05	1.118, 1.189
$Ca F_2$	$Nd^{3+}$	தெரியாது	1.046
$Ba F_2$	$U^{3+}$	தெரியாது	2.558
$Sr F_2$	$U^{3+}$	0.1	2.407
$Sr F_2$	$Sm^{2+}$	தெரியாது	0.698
$Ca WO_4$	$Nd^{3+}$	0.14	1.083, 1.085
$Ca WO_4$	$HO^{3+}$	0.5	2.048
$Ca WO_4$	$Tm^{3+}$	0.5	1.911
$Ca WO_4$	$Pr^{3+}$	0.05	1.408
$Ca WO_4$	$Er^{3+}$	தெரியாது	1.812
$Sr M_2O_4$	$Nd^{3+}$	தெரியாது	1.084
$Sr M_2O_4$	$Pr^{3+}$	0.05	1.047

வாயு லேசர்களில் ஹீலியம், நியான் லேசருடன் கூட, தொடக்க வாயு லேசர் (noble gas lasers), தொடர் லேசர்கள் (cascade lasers) மூலக்கூறு, ஆயனி லேசர்கள் ஆகியவை விரைவாக மூன்றைற்றமடைந்துள்ளன. இத்துடன் காரியம் ஆட்சிபிட்டு, காரிய சிவிரிட்டு போன்ற குறைக்கூடத்திலும், அருமண்

சிலேடுக் (rare earth chlorates) கரைசல்களோன்ற திரவங்களிலும் லேசர் திகழ்ச்சி அழிவட்பட்டுள்ளது.

செய்திகளை வனூப்புதல், பொருள்களின் தூரங்களை நிர்ணயித்தல், பொருள்களை வழிப்படுத்துதல் போன்ற துறைகளில் லேசர் பயன்படுகின்றது. வானியோசியைக் (meteorology) ராடாரில் ஒளியியல் சமன்பாடுகளான லைடர் (lidar-light detection and ranging) லேசர் பயன்படுகின்றது. மேலும் வானியலிலும் (meteorology) எந்திரவியலிலும் லேசர் பயன்படுகின்றது. லேசரைப் பயன்படுத்தி மிக நுட்பமான கம்பிகளை (0.015 அங்குலத்திலிருந்து 0.080 அங்குலங்களை விட்டமுள்ள கம்பிகளை) மிகத் துல்லியமாக இணைக்கலாம். இந்த இணைப்பு மைக்ரோ எலெக்ட்ரானியல் சுற்று களில் பயன்படுகின்றது. லேசர் பயன்படுகின்ற மற்றொன்று கண் அறுவை சிகிச்சை முறைகளாகும். லேசர் ஆபீஸ்தம்மாஸ்கோப் (ophthalmoscope) கண்ணின் திரையில் ஏற்படுகின்ற கோளாறு களைச் சரிசெய்வதற்குக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சிறந்த கருவியாகும். வேதியைக் (chemistry) லேசர் வேதியல் மாற்றங்களைத் தூண்டு வதற்குப் பயன்படுகின்றது. உதாரணமாக பாலிஸ்டீர்ன் (poly- styrene) தயாரிப்பிலும், பாலினீனைல் அசட்டேட்டு பிளாஸ்டிக் (polyvinyl acetate plastic) தயாரிப்பிலும் லேசர் பயன்படுகின்றது.

பொதித்த துறையில் ஒளியல் ஒளியின் தன்மைகளை அறி வதிலும், நிறமாலை வியலிலும் லேசர் பயன்படுகின்றது. மேலும் திளாஸ்மாவில் எலெக்ட்ரான் செறிவைக் கணக்கிடுவதிலும், காந்தப்புலச் செறிவைக் கணக்கிடுவதிலும் லேசர் பயன்படு கின்றது. இறுதியாக லேசர் புறிய படம்பிடிப்பு முறைபான நோயோசிராசியைக் (holography) பயன்படுகின்றது. இந்தத் துறை விரிவான ஆராய்ச்சிகளுக்கு இடந்தரக்கடியதாய் அமைந் துள்ளது.

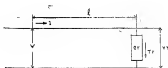
பிற்சேர்க்கை-1

## ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியின் கொள்கை

(Theory of Transmission Lines)

மின்சக்தித் திறமாவியில் (electro-magnetic spectrum) கைக்  
போரே அலைகள் என்று அழைக்கப்படுவனவற்றை நினைவித்துக்  
கொள்வது ஷுணமாகும். ஆனால், குறைந்த அதிர்வெண்ணுடைய  
பகுதி 800 மெகா சுற்றுகளுக்கும், 8000 மெகா சுற்றுகளுக்கும்  
இடைவிலும், உயரடுக்கப் பகுதி மில்லிமீட்டர் பகுதியிலும் இருக்க

பிற்சேர்க்கை 1



படம் 1

சீரான ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பி

கின்றன. இந்த மில்லி மீட்டர் பகுதியில் ரேடியோ, புறச் சிவம்பு  
(infra-red) தொழிப்படு முறைகள் ஒன்றன்மீது ஒன்று பொருத்து  
கின்றன. ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பி என்பது மின்சக்தித் ஆற்றலைத்  
தொடர்ச்சியாக ஓட்டத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு எடுத்துச்  
சே.—28

செல்வத்தான சாதனமாகும். இவற்றில் மின்காத்த ஆற்றல், மின்காத்த அலைகளால் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. இந்த அலைகளை வழிகாட்டி மின்காத்த அலைகள் (guided electro magnetic waves) என்று கூறலாம். இந்த அலைகள் மின்காத்தப் புலங்களால் உருவாக்கப்பட்டு, 'மாக்சுவேல்' (Maxwell) என்பவரின் சமன்பாடுகளுக்கொப்ப ஒன்றோடொன்று இயைந்து நோத்துடன் வேறுபடுகின்றன. இந்த வேறுபாடுகள் தான் வளைவுக் கோட்டின் அமைப்பில் உள்ளன. இந்த ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகள் முழுவதுமே, ஒரு பகுதியாகவோ, மின்சாரத்தைக் கடத்தக் கூடியவையாக இருத்தால், இதன் வழியே ஒரு மின்கோட்டம் திகழும்.

இரண்டு தனித்தனியான கடத்திகளாலான ஓர் ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியைக் கவனிப்போம். கம்பியின்வழியே ஒரு மின்காத்த அலை செல்லும்பொழுது, கம்பிகளுக்கிடையே  $V$  என்ற மின்னழுத்தமும், கம்பியில் எல்லாப் புள்ளிகளிலும்  $I$  என்ற மின்கோட்டமும் திகழும். ஒரு சென்டி மீட்டர் நீளத்திற்கு மின்னெதிர்ப்பு  $Z$  ஆனது,

$$Z = R + j\omega L \quad \dots \quad (1)$$

இங்கு,  $R$  என்பது ஒரு சென்டி மீட்டர் நீளமுள்ள கம்பியின் இணைமாற்றத் தொடர் மின்தடையாகும்.  $L$  என்பது ஒரு சென்டி மீட்டர் நீளமுள்ள கம்பியின் தொடர் மின்நிலைமை ஆகும். கடத்திகளுக்கிடையேயுள்ள  $V$  என்ற மின்னழுத்தம் ஒரு செ.மீ.க்கு  $Y$  மதிப்புடைய இணைத்தடையான மின் ஏற்பகத்திற்குச் சமமாகும். (இணைத்தடையான மின்னெற்பகம்—shunt admittance) இது

$$Y = G + j\omega C \quad \dots \quad (2)$$

இங்கு,  $G$  என்பது ஒரு செ.மீ நீளத்திற்கு இணைமாற்றக் கடத்து திறனாகும் (equivalent conductance).  $R$ ,  $L$ ,  $G$ ,  $C$ , ஆகிய நான்கும் அலைகளின் அடுக்கத்துடன் மெதுவாக மாறும் தன்மைவுடையன.

ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியின்வழியே மின்னழுத்தமும், மின்கோட்டமும் பரவியிருப்பது கீழ்க்கண்ட இரு சமன்பாடுகளால் பெறப்படுகின்றன.

$$Y = \sqrt{ZY} = \sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)} \quad \dots \quad (3)$$

இங்கு,  $Y$  என்பது பரப்பல் மாறிலி (propagation constant) எனப்படும். இந்தப் பரப்பல் மாறிலி பொதுவாக ஒரு பல் கூட்டு எண்



(complex number) ஆகும். இதில் உண்மையான பகுதி, கம்பியைப் பகுதி என இரு பகுதிகள் உள்ளன.

$$Y = \alpha + j\beta \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (4)$$

இங்கு  $\alpha$  என்பது செறிப்பாக மாறிலி (attenuation constant) என்றும்,  $\beta$  என்பது கட்டப் பேத மாறிலி (phase constant) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

மேலும், சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்பு (characteristic impedance)

$$Z_0 = \sqrt{\frac{Z}{Y}} = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} \quad \dots \quad \dots \quad (5)$$

அல்லது சிறப்பியல்பு மாறு மின்னெதிர்ப்பு (characteristic admittance)  $Y_0 = \frac{1}{Z_0}$  ஆகும். இதுவும் ஒரு பஸ்கூட்டு எண்ணாகும். ஆகும், இதன் பெரும் பகுதி உண்மையானதாகும்.

உயரடுக்கங்களில்; மின்தடையுள் கடத்து திறனும் மிகச் சிறப்பதையாக இருக்கும்பொழுது  $Z_0$   $\approx \sqrt{\frac{L}{C}}$  ஆகும். மின்னோட்டம்  $I_r = \frac{V_r}{Z_r}$ , மின்தடையிலிருந்து 'e' செ.மீ. தூரத்தில் கம்பிகளுக்குக்கிடையேயுள்ள மின்னழுத்தம்  $V$  என்றும், கம்பியில் தகவும் மின்னோட்டம்  $I$  என்றும் கொண்டால்,

$$V = V_r \cos kyl + I_r Z_0 \sin kyl \quad \dots \quad \dots \quad (6)$$

$$I = I_r \cos kyl + \frac{V_r}{Z_0} \sin kyl \quad \dots \quad \dots \quad (7)$$

இவற்றை,

$$V = V_1 e^{\gamma l} + V_2 e^{-\gamma l} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (8)$$

$$\begin{aligned} I &= I_1 e^{\gamma l} - I_2 e^{-\gamma l} \\ &= \frac{V_1}{Z_0} e^{\gamma l} - \frac{V_2}{Z_0} e^{-\gamma l} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (9) \end{aligned}$$

என நு எழுதலாம்.

குறுக்கங்களின் மதிப்புகளைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாடுகளி-  
லிருந்து பெறலாம்.

$$\frac{V_r}{I_r} = Z_r \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (10)$$

$$V_r = V_1 + V_2 \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (11)$$

$$I_r = I_1 - I_2 = \frac{V_1}{Z_0} - \frac{V_2}{Z_0} \quad \dots \quad \dots \quad (12)$$

$V_{10}$  என்பது  $V_1$ -ன் உச்ச மதிப்பாகும்.

$$V_1 = V_{10} e^{j\omega t}$$

$$V_{10} e^{j\omega t} \gamma l = V_{10} e^{j\omega t} (\alpha + j\beta) l$$

$$= V_{10} e^{\alpha l} e^{j(\beta l + \omega t)}$$

இந்தச் சமன்பாட்டில் அடங்கியுள்ள அறிவியல் விளைவுகள் இப்போது புரையெழுந்தன. சமன்பாடு (8)-ல் முதல் பகுதி ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியில் தடைவை நோக்கிச் செல்கின்ற மின்னழுத்த அலைகளையும், இரண்டாவது பகுதி எதிர்த் திசையில் செல்லுகின்ற அலைகளையும் குறிக்கும். ஒவ்வொரு அலையின் மின்னழுத்தமும், மின்னோட்டமும் அவற்றின் வீச்சு, கட்டபேதம் ஆகியவற்றால் சிறப்பியல்பு மிக்னெதிர்வாக  $\frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} = Z_0$  என்ற சமன்பாட்-  
டினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. எந்த ஒரு புள்ளியிலும் உண்-  
மிக்னழுத்தம், மின்னோட்டம் ஆகியவை அந்தப் புள்ளியில் இரு-  
திசைகளிலும் செல்லுகின்ற மின்னழுத்த, மின்னோட்ட அலைகளின்-  
வெக்டர் கூட்டு மதிப்பிற்குச் சமமாகும். மேற்கண்ட சமன்-  
பாடுகளை விடுவித்தால் அவை  $\frac{V_2}{V_1} = \frac{Z_r - Z_0}{Z_r + Z_0}$  என்ற மதிப்பைக்-  
கொடுக்கும்.

ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியில் எண்ணற்ற அலைகள் நிகழக்-  
கூடும். ஒவ்வொரு அலைக்கும் சிறப்பான மின்முறையும், கார்ப்புல-  
மும் உருவாகும். இந்த எண்ணற்ற அலைகளை ஒன்று பகுதி-  
களாகப் பிரிக்கலாம். இரண்டு கூட்டுதலின் மட்டும் உண்-  
பொது முதற்பகுதி ஒக்கியவகை (principal mode) எனப்படும்.  
மற்ற இருவகைகளும் குறுக்கு மின்வகை (transverse electric mode),

குறுக்குக் காத்தவகை (transverse magnetic mode) எனப்படும். முக்கிய வகையில் ஆற்றல் செல்லுகின்ற திசைக்குச் செங்குத்தான தளங்களில் மின்புலமும், காத்தப்புலமும் இயங்குகின்றன. எனவேதான் சிற்சில சமயங்களில் இது குறுக்கு மின்காத்த அலைகள் (transverse electro magnetic waves — T. E. M.) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. ஆற்றல் செல்லும் திசைக்குச் செங்குத்துத்தளத்தில் மின்புலம் அமைந்து, காத்தப்புலத்தின் ஒரு பகுதி ஆற்றல் செல்லும் திசையிலேயே அமைந்திருந்தால், இந்த அலைகளுக்கு  $H$  அலைகள் அல்லது குறுக்கு மின்னலைகள் (transverse electric — T. E. waves) என்று பெயர். ஆற்றல் செல்லும் திசைக்குச் செங்குத்துத் தளத்தில் காத்தப்புலம் அமைந்து, மின்புலத்தின் ஒரு பகுதி ஆற்றல் செல்லும் திசையில் அமைந்திருந்தால் இந்த அலைகளுக்கு  $E$  அலைகள் அல்லது குறுக்குக் காத்த அலைகள் (transverse magnetic—T. M. waves) என்று பெயர். உயரடுக்கங்களில் கடத்தாப் பொருளியல்புகள் மாறுதலுக்கும்பொழுது கம்பியின் சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்பு, முக்கிய வகையைப் பொறுத்த வகையில் அடுக்கத்தடைப் பொறுத்து மாறுது. ஆனால், மற்ற வகைகளில் சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்புகள் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபடும்.

ஒர் ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியின்வழியே மின்காத்த அலைகள் செல்லும்பொழுது கம்பியில் ஏற்படும் வெப்பம் மூதனியவற்றால் ஆற்றல் வீரயமேற்பட்டு அலைகள் தொடர்ந்து மெலிவுறுகின்றன. இது சமன்பாடு (8) ஆல் புலனாகின்றது. மேலே சொல்லப்பட்ட மெலிப்பான் மாநில அலைகளின் செறிவுக் குறைவை அளக்கப் பயன்படும்பொழுது, அது 1 செ. மீ. தளத்திற்குரிய நேர்ப்பு (neper) அலகுகளில் இருக்கும். இந்த மெலிப்பான் மாநிலையை டெஸ்பெர்களில் உறுவதற்கு, நேர்ப்பில் ௨ மதிப்பை 8.69 ஆல் பெருக்கவேண்டும். அதாவது,

$$\alpha \frac{(\text{டெஸ்பெர்})}{\text{செ.மீ.}} = 8.69 \alpha \frac{(\text{நேர்ப்பு})}{\text{செ.மீ.}},$$

மெலிவு குறைவாக இருக்கும்பொழுது,

$$\alpha = \frac{R}{2 Z_0} + \frac{G}{2 Y_0} \frac{\text{நேர்ப்பு}}{\text{செ.மீ.}} \dots \dots (18)$$

$G=0$ ,  $R \neq 0$  ஆக இருக்கும்பொழுது  $Q = \frac{L\omega}{R}$  ஆனால்,

$R$  சிற்சுவராக இருக்கும்பொழுது,  $\alpha = \frac{\beta}{2Q} = \frac{R}{2Z_0}$

$R$  பெரிசுவராக இருக்கும்பொழுது,

$$\alpha = \frac{\omega \sqrt{LC}}{\sqrt{2} Q} \left(1 - \frac{Q}{2}\right) \approx \frac{\sqrt{LC}}{\sqrt{2} Q} \dots \dots (14)$$

இவற்றில் சமன்பாடு (13) கைக்ரோ அலைகளுக்கும் (micro waves) (14) மெகிப்பைக்களுக்கும் பொருத்தம்.

$G \neq 0, R = 0$  ஆக இருக்கும்பொழுது,

$Q = \frac{C\omega}{G}$  ஆகும்.  $G$  சிற்சுவராக இருக்கும்பொழுது,

$$\alpha = \frac{\beta}{2Q} = \frac{G}{2 Y_0} \text{ ஆகும். } G \text{ பெரிசுவராக இருக்கும்}$$

$$\text{பொழுது } \alpha = \frac{\omega \sqrt{LC}}{\sqrt{2} Q} \left(1 - \frac{Q}{2}\right) \approx \frac{\sqrt{LC}}{\sqrt{2} Q} \text{ ஆகும்.}$$

கைக்ரோ அலைகள் பரப்புதலில் ஆற்றல் 5 விதங்களில் விரயமாகின்றது. அவையாவன : (1) கடத்திகளின் மின் தடைப்பால் ஆற்றல் விரயமாகும், (2) சிபெரோ காத்தம் (ferro magnetic), பொருள்களின் தயக்கத்தால் (hysteresis) ஆற்றல் விரயமாகும், (3) மின் கடத்தாய் பொருள்களால் ஆற்றல் விரயமாகும், (4) கம்பியிலிருந்து கதிர்விக்க லுவம் ஆற்றல் விரயமாகும், (5) மின் எதிர்ப்புகள், சரிவாகப் பொருத்தாமைப்பால் ஆற்றல் விரயமாகும். கைக்ரோ அலைகளைப் பரப்புதலில் மேற்கண்ட குறைகளில் ஆற்றல் விரயமாவதைத் தடுக்க எல்லா முயற்சிகளும் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.

கைக்ரோ அடுக்கங்களில் மின்னோட்டம், கடத்திகளின் புற அடுக்குகள் (surface layer) வழியே நிகழுகின்றது. கடத்திகளின் புறத்தே மின்னோட்டத்தின் செறிவு உச்சமாகவும், கடத்திகளுக்கு உள்புற செல்லச் செல்லச் செறிவு, 'எக்ஸ்பொனென்ஸியலாகவும்' குறைகின்றது. எவ்வளவு ஆழத்தில் மின்னோட்டத்தின் செறிவு, புற அடுக்கிலுள்ள செறிவில்  $1/e$  ஆகக் குறைகிறதோ அந்த ஆழத்திற்குப் புறப்பரப்பு ஆழம் (δ) என்று பெயர்.

(புறப்பரப்பு ஆழம்—skin depth)

$$\delta = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\lambda \rho}{80 \mu}} \quad \dots \quad (15)$$

இங்கு  $\lambda$ -புறப்பரப்பு-அலைநீளம் (free-space wave length)

$\rho$ -கடத்தியின் மின்தடை.

$\mu$ -கடத்தியின் உட்புது திறன் (permeability) ஆகும். கெய்க்கு உட்புது திறன் ஒன்று. மின்தடை  $\rho = 1.72 \times 10^{-8}$  ஒம் செ.மீ.  $\lambda = 10$  செ.மீ. ஆக இருக்கும்பொழுது  $\delta = 1.2 \times 10^{-4}$  செ.மீ ஆகும்.

ஒர் ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியில் எடுத்துச் செல்லப்படக் கூடிய திறனின் உச்ச அளவு அக் கம்பிகளுக்குத்தையையுள்ள மின் கடத்தாப் பொருள்களினால் நினைவிக்கப்படுகின்றது. காற்றுக் கடத்தாப்பொருளாக இருக்கும்பொழுது இந்த மின்னழுத்தத்தின் உச்ச மதிப்பு 80,000 வோல்ட்/செ.மீ. ஆகும். இந்த மின்னழுத்தம், உயரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க குறைகின்றது.

ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியின் உள்ளிடு பகுதியில் கொடுக்கப் பட்டுள்ள மின்னழுத்தத்திற்கும், ஏற்படும் மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள தகவு மின்னெதிர்ப்பு எனப்படும். மின்னெதிர்ப்பு,

$$Z_1 = Z_0 \left( \frac{Z_1 + Z_0 \tan kYl}{Z_0 + Z_1 \tan kYl} \right) \quad \dots \quad (16)$$

குறைந்த அடக்கமுள்ள ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகளில் இந்தச் சமன்பாடு, கம்பியின் நீளத்தையும், பரப்பல் மாநிலியையும், சிறப் பியல்பு மின்னெதிர்ப்பையும், தடை மின்னெதிர்ப்பையும் (load impedance) பொறுத்திருக்கும். கைக்ரோ அடுக்கங்களில் இவற்றும் கம்பிகளில் கம்பிகளின் நீளமும், பரப்புதல் மாநிலியும் முக்கியமாகக் கருத்தில் கொள்ளப்பட வேண்டியவை. மற்ற இரண்டும் முக்கிய மல்ல. இது அலையழிப்படுத்திக்கும் பொருத்தும்.

மின்காத்த அலை (T.E.M.) கம்பியில் செல்லும்பொழுது ஏற்படும் சிறப்பியல்பு அலை மின்னெதிர்ப்பை (characteristic wave impedance) மின் ஸூத்திரத்தும், காத்தப் ஸூத்திரத்தும் ஆற்றல் செல்லும் திசைக்குச் செலுத்தான திசையில் உள்ள தகவு என்றும் கூறலாம். இரண்டிற்கு மேற்பட்ட கடத்திகளையுடைய

கம்பியில் மூக்கிய வகைப் பரப்பில் சிறப்பியல்பு அலை மின் னெதிர்ப்பு

$$Z_w = 877 \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \text{ ஒகன் ஆகும். } \dots \dots (17)$$

இங்கு  $\mu$ -உட்புது திரணுகும்.

$\epsilon$ -உடத்தாப் பொருள் மாறினியாகும்.

காந்தில் இவத்தின் மதிப்பு ஒன்றாகும்.

அலைவழிப் படுத்திகளில் அகலது ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பி களில் TE அகலது TM அலைகள் செல்லும்பொது சிறப்பியல்பு அலை மின்னெதிர்ப்பு கீழ்க்கண்ட சமன்பாடுகளால் பெறப்படு கின்றது. TE அலைகளுக்கு,

$$Z_w = 877 \left( \frac{\lambda_g}{\lambda} \right) \dots \dots (18)$$

TM அலைகளுக்கு

$$Z_w = 877 \left( \frac{\lambda}{\lambda_g} \right) \dots \dots (19)$$

இங்கு,  $\lambda_g$  எனபது அலைவழிப்படுத்தியின் அலைநளமாகும்.

சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்பு,

$$Z_0 = \frac{V}{I} = \frac{V^2}{W} = \frac{W}{I^2} \dots \dots (20)$$

ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பிகள், ஹைக்ரோ அலைகள், சாதனங்களில் மின்சுற்றுகளில் வேலியகளைச் செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றன. இவை சில சமயங்களில் தொடர் ஒத்ததிர்வுச் சுற்றுகளாகவும், சில சமயங்களில் இரண் ஒத்ததிர்வுச் சுற்றுகளாகவும் செயற்படு கின்றன. ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியின் நீளத்தை  $l$  எனக் கொண்டால் இரண்மாற்று மின்தியைம் (equivalent inductance)

$$L' = \frac{874}{\pi^2 C} \text{ நெக்திகள் } \dots \dots (21)$$

இரண்மாற்று மின்தேக்கு திறன் (equivalent capacitance)

$$C' = \frac{l}{874 Z_0} \text{ ஃபாபட்டுகள் } \dots \dots (22)$$

இணை மின்னெதிர்ப்பு (shunt impedance)

$$R_{SH} = \frac{Z_0}{4I} \text{ ஓம்கள்} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (23)$$

$$Q = \frac{\pi}{4I} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (24)$$

$$\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{4}{\pi} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (25)$$

இங்கு,  $C$  என்பது ஒளியின் திசைவேகமாகும்.  $\mu$  என்பது வெளிப்புற மாநிலியாகும்.

பிற்சேர்க்கை - 2

## ஒரக்கக் கம்பிகளும் அலைவழிப்படுத்திகளும்

(Coaxial lines and Wave guides)

இரண்டு ஒரக்க உருளைகளுக்கிடையே ஒரு மின் கடத்தாப் பொருள் வைக்கப்பட்டு அதன் வழியே மின்காந்த அலைகள் செலுத்தப்படுமானால், அந்த அமைப்புக்கு ஒரக்கக் கம்பிகள் என்று பெயர். கைரோ-அடுக்கங்களில் புறப்பரப்பு ஆழம் (skin depth) மிகவும் சிறியது. எனவே, கடத்துகின்ற தூரம் எக்ஸ்பற்ற கன மூடையது என்று சொன்னால், இந்தக் கம்பிகள் வழியே T. E. M. அலைகள் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

இந்தப் பகுதியில் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அடையாளங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

$\lambda$  - அலைநீளம்.

$f$  - அடுக்கம்.

$\omega$  - கோணதிசை வேகம் =  $2\pi f$ .

$v$  - பரப்புதல் திசைவேகம்.

$c$  - ஒளியின் திசைவேகம். =  $3 \times 10^{10}$  செ.மீ./வினாடி.

$a$  - உட்கடத்தியின் வெளி ஆரம்.

$b$  - வெளிகடத்தியின் உள் ஆரம்.

$E$  - மின் கடத்தாப் பொருளியல் மாநிலி - காந்தில் ஒன்று.

$E_1$  - ஊடகத்தின் மின்கடத்தாப் பொருளியல் மாநிலி.

$P$  - உட்பகுதிநன் = காந்தில் ஒன்று.



$\mu_1$ —இரண்டு கடத்திகளின் இடங்கும் ஊடகத்தின் உட்புது திறன்.

$R$ —ஒரு சென்டி மீட்டரின் மின் தடை.

$L$ —ஒரு சென்டி மீட்டரின் மின் நிலைமை.

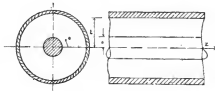
$G$ —ஒரு சென்டி மீட்டரின் மின் கடத்து திறன்.

$C$ —ஒரு சென்டி மீட்டரின் மின் தேக்கு திறன்.

$Z_0$ —சிறப்பு வாய் மின்னெதிர்ப்பு.

ஓர் ஓர்சுக் கம்பிகளின் படம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

பிசுட்டிங்-2



படம் 1

ஓர்சுக் கம்பியின் குறுக்குத் தோற்றம்

ஓர்சுக் கம்பியின் ஒரு செ. மீ. நீளத்திற்குரிய மின் நிலைமை

$$L = 0.4805 \mu_1 \left( \log_{10} \frac{b}{a} \right) \times 10^{-9} \text{ ஹென்றி/செ.மீ.} \quad (1)$$

கடத்திகளுக்கு இடையேயுள்ள ஒரு செ. மீ. நீளத்திற்கு மின் தேக்கு திறன்,

$$C = \frac{0.241 \epsilon_1}{\log_{10} \frac{b}{a}} \times 10^{-12} \text{ பைரட்டி/செ. மீ.} \quad (2)$$

ஒரு சென்டி மீட்டர் நீளத்திற்கு மின் தடை,

$$R = \frac{\rho}{2\pi b} \left[ \frac{1}{b} + \frac{1}{a} \right] = \sqrt{\frac{\mu \rho}{10^9}} \left( \frac{1}{b} + \frac{1}{a} \right) \quad (3)$$

இங்கு,  $z$  - புறப்பரப்பு ஆழம்.

$f$  - அடுக்கம்.

$P$  - மிக தடை எண் ஒம்/செ.மீ.

கம்பியின் ஆரங்கள் செ. மீ.களில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. தாவிரக் கடத்திகளுக்கு,

$$R = 4.14 \times 10^{-6} \sqrt{f} \left( \frac{1}{b} + \frac{1}{a} \right) \text{ ஒம்/செ.மீ.} \quad \dots (4)$$

ஆற்றல் விரயமாகாதபோது, சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்பு,

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = 138 \sqrt{\frac{\mu_1}{\epsilon_1}} \log_{10} \frac{b}{a} \quad \dots \dots (5)$$

ஆற்றல் விரயம் தகவுடம்போது சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்பை,

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} \quad \dots \quad \dots \quad \dots (6)$$

என்ற சமன்பாட்டிலிருந்து பெறலாம்.

புரப்பல் மாநிலி  $\gamma$  கை, எளிய சமன்பாடு,

$$\begin{aligned} V &= \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} \\ &= \alpha + j\beta \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots (7) \end{aligned}$$

என்ற சமன்பாடுகளிலிருந்து பெறலாம். இங்கு  $\alpha$  என்பது மெய்ப்பான் மாநிலியும்,  $\beta$  என்பது கட்டியேத மாநிலியுமாகும்.

கட்டியேதமும், அமைப்பிலுள்ள அலை மின் திசையும்,

$$\lambda_1 = \frac{2\pi}{\beta} \text{ என்ற சமன்பாட்டினால் இணக்கப்பட்டுள்ளன.}$$

கம்பிகளில் அலைகளின் திசை வேகம்  $V = \frac{\omega}{\beta}$  என்பதால் உணர்த்தப்படுகின்றது. ஆற்றல் விரயமில்லாதபோது இதே திசைவேகம்  $V = \frac{C}{\sqrt{\mu_1 \epsilon_1}}$  என்பதால் உணர்த்தப்படுகின்றது.

கம்பியில் உள்ள அலைநீளம்  $\lambda_1$ , வானவெளியில் உள்ள அலைநீளம்  $\lambda$  வுடன்,  $\lambda_1 = \frac{\lambda}{\sqrt{\mu_1 \epsilon_1}}$  என்ற சமன்பாட்டினால் பொருத்து கிடைக்கிறது.

கைம்ரோ அலை அடுக்கங்களில் பயன்படுகின்ற எக்ஸ் ஓர்சுக் கம்பிகளிலும், ஓர் அலைநீளத்திற்கு ஆற்றல் மெலிவு மிகவும் குறைவாகும். எனவே, மெலிப்பான் மாற்றியை

$$\lambda = \frac{R}{g Z_0} + \frac{G}{g Y_0}$$
 தேய்பர்/செ. மீ. என்று தோராயமாகக் குறிப் பிடலாம்.

ஓர்சுக் கம்பியில் உச்ச மின்னழுத்த வாட்டர் ஒரு குறிப் பிட்ட மதிப்பைவிட அதிகரிக்கும்போது, கம்பியில் ஸ்தித்தியை ஏற்படும். சாதாரண வளிநிலையில் காற்றின் கடத்தாப் பொருளாக இருக்கும்போது இது ஒரு செ.மீ.க்கு 80,000 வோல்ட்டுகளாகும்.

எந்த ஓர் ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியும் அதன் வழியே அலைகளைப் படுத்திச் செல்லுகின்றது. எனவே, அதை அலைவழிப் படுத்தி என்று கூறலாம். பொதுவாக ஓர் ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியில் எண்ணற்ற வகையில் ஆற்றல் பரவும் என்று கண்டோம். மேலும், அவற்றை மூன்று முக்கியப் பகுதிகளாக, அதாவது (1) குறுக்கு மின்காத்த அலைகள் (T. E. M.), (2) குறுக்கு மின் அலைகள் (T. E.), (3) குறுக்குக் காத்த அலைகள் (T. M.) எனப் பிரிக்கலாம் எனக் கண்டோம். இரண்டே கடத்திகள் இருக்கும் பொழுது குறுக்கு மின்காத்த அலைகளும், இரண்டிற்கு மேற் பட்ட கடத்திகள் இருக்கும்பொழுது எண்ணிவடங்காகக் குறுக்கு மின் அலைகளும், குறுக்குக் காத்த அலைகளும் பரவுகின்றன. அலை வழிப்படுத்தி என்பது குறுக்கு மின்காத்த அலைகள் பரவாத ஒரு கம்பியாகும். அதாவது ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பியில் இரு வெவ்வேறு கடத்திகள் இருக்கமாட்டா. இதில் பொதுவாக மின்கடத்தாப் பொருளிலான உருளைவிக்மேல் கடத்தக்கூடிய ஒரு பொருள் அமைத்திருக்கும். அலைவழிப்படுத்திகளில் செல்வக வடிவ அலைவழிப்படுத்தி, வட்ட வளைவ வடிவ அலைவழிப்படுத்தி, நீள் வட்ட வடிவ அலைவழிப்படுத்தி வெணப் பவ வகைகள் உண்டு. இவற்றில் ஆற்றல் மெலிவும் ஏற்படுதல் உண்டு. மின்கடத்தும் பொருள்களாலும், மின்கடத்தாப் பொருள்கள் சரியாக அமைக்கப் படாததாலும், ஆற்றல் வீரவம் அடிக்கடி ஏற்படுவதுண்டு. இவற்றைப் பற்றியெல்லாம் இச் சிறு நூலில் விவரித்துக் கூற இயலாது.

நாம் மேலே கூறியதுபோல், அலைவழிப்படுத்திகள், ரேடியோ அடுக்கத் திறனை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப் பயன்படுகின்றன. ராடார்-இல் அகவ 'ரேடியோ அடுக்கத் திறனைத் துடிப்புகள் பரப்பப்படும்பொழுது பரப்பியில் இருந்து

ஆன்டென்னாவிற்கும், எதிரொளித் துடிப்புகளைப் பெறும்பொழுது ஆன்டென்னாவிலிருந்து ஏற்பிக்கும் எடுத்துச்சொல்கின்றன. அலைவழிப்படுத்திகள் மைக்ரோ அடுக்கங்களில் இயங்க மிகவும் உகந்தவை. ரேடியோ அடுக்கத்திற்கான நீண்ட அலைநீளங்களில் கொடுப்பதற்கு அலைவழிப்படுத்திகளும் நீண்டதாக இருக்க வேண்டும். ஆனால், அவற்றை உபயோகிப்பது கடினம்.

அலைவழிப்படுத்தியின் நன்மைகள் :

(1) அவை அமைப்பில் எளியவை. ஓரச்சுக் கம்பிகளைப் போல் அவற்றின் உள்ளே கடத்திகள் கிடையா.

(2) மின்புலங்களும், காந்தப் புலங்களும் அலைவழிப்படுத்தியின் உள்ளிடத்திலேயே தொழிற்படுவதாகக் கதிர் வீச்சினால் மிக மிகக் குறைந்த அளவே ஆற்றல் வீரமடைகிறது.

(3) அலைவழிப்படுத்திகள், பொதுவாகக் காற்றினால் தீர்ப்படப்பட்டுள்ளதாக மிகக் கடத்தாப் பொருளினால் ஏற்படுகின்ற ஆற்றல் வீரயம் மிகமிகக் குறைவாகும்.

(4) மேலே (2), (3) ஆகிய பகுதிகளில் கூறப்பட்டவற்றிலிருந்து அலைவழிப்படுத்தியிலிருந்து ஆற்றல் மெலிவு மிகமிகக் குறைவு என்பது புலனாகின்றது. மேலும் படித்தாப் பகுதின் அலைவழிப்படுத்தியின் (standard size wave guide) சுவர்களில் வெப்பத்தினால் ஏற்படும் ஆற்றல் வீரயம் மிகவும் குறைவென்பது தெரிகின்றது.

(5) அலைவழிப்படுத்திகளின் உச்சத்திறன், ஓரச்சுக்கம்பியின் உச்சத்திறனைவிட அதிகம்.  $1'' \times \frac{1}{2}''$  அலைவழிப்படுத்தியின் உச்சத்திறன் ஒரு மெகா வாட்டாகும்.

## பேரேக்கக-3

### வடிச்சுற்றுகள்

(Filter - Circuits)

மாறுதிகர மிக்குட்டத்தத ஒருதிகர மிக்குட்டத்தி னிருத்து மிப்பதற்கோ, அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட அடுக்கத்திற் குட்டிட்ட மாறுதிகர மிக்குட்டத்தத வேறு அடுக்கங்கள் உள்ள மாறுதிகர மிக்குட்டங்களிலிருத்து மிப்பதற்கோ, உபயோகப்படும் மிங் சுற்றுகள் வடிச்சுற்றுகள் (filter circuits) எனப்படும். இத்தச் சுற்றுகள் தேவையப்படும் அடுக்கங்களிலுள்ள மிக்குட்டங்களுக்கு மிகக் குறைந்த மிங்னெ திப்ப்பையும், தேவை யற்ற அடுக்கங்களையுடைய மிக்குட்டங்களுக்கு மிக அதிக மிங்னெ திப்ப்பையும் கொடுக்கக்கூடிய மூலதரபிங் அமைக்கப் படுகின்றன. இத்தச் சுற்றுகள் பரவலாக அதிக அடுக்கங்களில் ஒரே சீராகத் தொழிற்படுகின்றன. வடிச்சுற்றுகள் அவற்றின் தொழிற்படுதிறனைப் பொறுத்து நான்கு வகைவாகப் பிரிக்கப் படுகின்றன.

(1) வடிக்கடி-குறைவடுக்கம் (Low pass filter): இது வெட்டு திரிய அடுக்கம் (cut off - frequency) என்ற சொல்லப்படுகின்றது. இத்த வடிங் அடுக்கத்திற் கு மேற்பட்ட எல்லா அடுக்கங்களையும் திறத்திலிடுகின்றது.

(2) வடிக்கடி திறவடுக்கம் (High pass filter): இது வெட்டும் திரியவடுக்கத்திற் கு மேலேயுள்ள எல்லா அடுக்கங் களையும் அனுமதிக்கின்றது. வெட்டு திரியவடுக்கத்திற் குக் கீழே யுள்ள எல்லா அடுக்கங்களையும் திறத்திலிடுகின்றது.

(3) வடிக்கடி - அடுக்கம் செலுத்துங் பட்டை (Band pass filter): இது இரு வெட்டுதிரிய வடுக்கங்களுக்கு இடையேயுள்ள எல்லா அடுக்கங்களையும் செலுத்துகின்றது.

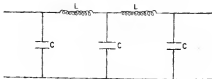
(4) வடிவட்டி - அடுக்கம் திறத்தும் பட்டை (Band stop filter): இது இரு வெட்டு நிலையடுக்கங்களுக்கு இடைப்பட்ட எல்லா அடுக்கங்களையும் திறத்திலிடுகும். இந்த இரு வெட்டுநிலை அடுக்கங்களுக்கு மேலேயும் கீழேயுமுள்ள எல்லா அடுக்கங்களையும் செலுத்தும்.

இந்த நான்குவகை வடிவட்டிகளைப்பற்றியும் சிற்று விரிவாக இப்போது காண்போம்.

#### (1) வடிவட்டி - குறைவடுக்கம் (Low pass filter)

மிக எளிய ஒரு வடிவட்டி - குறைவடுக்கம் அதற்கு அமைப்புப் படம் 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

பிஞ்சுபிஞ்சு-3



படம் 1

வடிவட்டி - குறைவடுக்கம்

(series arms) மின்திசுமங்களும், இணையத்தின் (shunt arms) மின் தேக்கங்களும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. தொடர்புபடுத்தியுள்ள மின் செதிப்பை  $Z_1$  எனவும், இணையத்திலுள்ள மின் செதிப்பை  $Z_2$  எனவும் கொண்டால்,

$$Z_1 = j\omega L.$$

$$Z_2 = \frac{1}{j\omega C}$$

$$\frac{Z_1}{4Z_2} = \frac{-\omega^2 LC}{4}$$

வெட்டு நிலையாடுக்கம்  $\omega_c$  என்பது மேலேவுள்ள சமன்பாட்டை, 1-க்குச் சமமாக்குவதன்மூலம் பெறப்படுகின்றது. எனவே,

$$-\frac{\omega^2 LC}{4} = -1$$

$$\frac{\omega^2 LC}{4} = 1$$

$$\therefore \omega_c = 2\sqrt{LC} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (1)$$

இந்த அடுக்கத்திற்குத் குறைந்த அடுக்கங்கள் யாவும் எந்தவித மாற்றமும் இடச் செலுத்தப்படுகின்றன. இதற்கு மேற்பட்ட அடுக்கங்கள் யாவும் நிறுத்தப்படுகின்றன. செலுத்தப்படுகின்ற பட்டையில் கட்டபெறும்  $\cos \theta = 1 - \omega^2 \frac{LC}{2} = 1 - 2 \left( \frac{\omega}{\omega_c} \right)^2$  (2)

என்ற சமன்பாட்டினால் பெறப்படுகின்றது. அடுக்கம் சுழியிலிருந்து வெட்டுநிலை மதிப்பிற்கு மாறும்பொழுது  $\theta$  இன் மதிப்பு சுழியிலிருந்து  $\pi$  ஆகிறது. T பிரிவில் (T section) சிறப்பியல்பு மின்னெதிர்ப்பு,

$$Z_T = \left( \frac{L}{C} - \frac{\omega^2 L^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} = \left( \frac{L}{C} \right)^{\frac{1}{2}} \left( 1 - \frac{\omega^2}{\omega_c^2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

ஆகும்.

இது செலுத்தப்படுகின்ற பட்டையில் மின் தடைவாக (resistive) இருக்கும். இதன் மதிப்பு  $\left( \frac{L}{C} \right)^{\frac{1}{2}}$ -லிருந்து வெட்டுநிலை அடுக்கத்தில் சுழியாக மாறும். நிறுத்தப்படுகின்ற பட்டையில்  $Z_T$  என்பது ஒரு தூய மின் மறுப்பாகும். மெலிவு (Attenuation).

$$-\cos \theta \alpha = 1 - \frac{\omega^2 LC}{2} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (4)$$

என்ற சமன்பாட்டினால் பெறப்படுகின்றது. எதிர்க்குறி (negative sign). அடுத்தடுத்து வருகின்ற பிரிவுகளில் மின்னெழுட்டங்களின் திசைகள் மாறுகின்றன என்பதைக் காட்டுகின்றது.

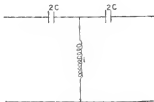
$$Z_1 \cdot Z_2 = \frac{L}{C} = K^2 \text{ (மாறிலி)}$$

இங்கு,  $K$  என்பது அடுக்கத்தைப் பொறுத்து அமையாது. எனவே, மின் தடைத் தன்மையுடையதாகும். ஆகவே, இது ஓம் என்ற அலகால் அளக்கப்படுகின்றது.

(2) வடிவக் - திறவடுக்கம் (High pass filter) :

ஓர் எளிய வடிவக் - திறவடுக்கம் கற்றின் அமைப்பு படம் 2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்குத் தொடர்புபடுத்தில் மீள் தேக்கியும், இணைப்பாத்தல் மீள் திறமும் உள்ளன.

புத்திரி-2-3



படம் 2

வடிவக் - திறவடுக்கம்

$$Z_1 = \frac{1}{j\omega C}$$

$$Z_2 = j\omega L$$

வெட்டுதிற அடுக்கத்திற்கு,

$$\frac{Z_1}{4Z_2} = -\frac{1}{4\omega^2 LC}$$

$$= -1, 0$$

$$\therefore \omega_c = \frac{1}{2\sqrt{LC}}, 0 \quad \dots \dots \dots (5)$$

செலுத்தப்படுகின்ற மட்டைக்கு ஓவ்வொரு கிரீனிலும் கட்டபெறும்

$$\cos\theta = 1 - \frac{1}{2\omega^2 LC} = 1 - 2\left(\frac{\omega_c}{\omega}\right)^2 \quad \dots \dots (6)$$

என்ற சமன்பாட்டையும் பெறப்படுகின்றது.



இத்தகச் சுற்றின் மின்னெதிர்ப்பு,

$$Z_T = \left( \frac{L}{C} - \frac{1}{4\omega^2 C^2} \right)^{\frac{1}{2}} \\ = \left( \frac{L}{C} \right)^{\frac{1}{2}} \left( 1 - \frac{\omega_0^2}{\omega^2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad \dots \quad (7)$$

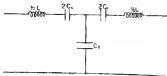
இது நிறுத்துபட்டையில் மெய்யான தன்மை இல்லாததாகும் (imaginary). இது வெட்டு நிலையடுக்கத்தில் சுழியினிருந்து சொல்த ஓம் பட்டையில்  $\left( \frac{L}{C} \right)^{\frac{1}{2}}$  என்ற வரம்பு மதிப்பிற்கு உயருகின்றது.

மேலும்,  $Z_1 Z_2 = \frac{L}{C} = K^2$  (மாறா)

(3) வடிக்கட்டி - அடுக்கம் சொலத்தும் பட்டை (Band - pass filter) :

இத்த வகை வடிக்கற்றின் எளிய அமைப்பு, படம் 3-ல் தரப்பட்டிருக்கிறது. மிகக் குறைந்த அடுக்கங்களில் தொடர் புயத்தின் மின்னெதிர்ப்பில் மிகத்தேக்கி ஓங்கி நிற்கும். எனவே,

பித்திர்ப்பு - 3



படம் 3

வடிக்கட்டி - அடுக்கம் சொலத்தும் பட்டை

சுற்று மிகத்தேக்கிவகை மெனீப்பாணுக இயங்கும். ஒத்திசைவு அடுக்கங்களினிட உயர்வான அடுக்கங்களில் தொடர் புயத்தின் மின்னெதிர்ப்பில் மிக நிலைமம் ஓங்கி நிற்கும். இப்பொழுது பித்திர குறைபடுக்க வடிக்கற்றுக இயங்கும். வெகு அதிக அடுக்கங்கள் மீண்டும் நிறுத்தப்படும். அளவிவகை (qualitatively),

$$Z_1 = j\omega L + \frac{1}{j\omega C_1}$$

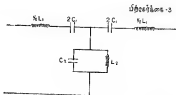
$$Z_1 = \frac{1}{j\omega C_1}$$

$$\frac{Z_1}{4Z_1} = \frac{1}{4} \left[ \frac{C_1}{C_1} - \omega^2 LC_1 \right]$$

இது சுழி அடுக்கத்தில் நேர்க்குறியாகும். ஆனால்  $\omega$ , சுழி (infinity) ஆகும்போது, இதன் மதிப்பும் எதிர்மறையில் சுழி யாகும். இதன் மதிப்பு சுழிக்கும்  $-1$  க்கும் இடையிலிருக்கும் போது செலுத்தப்படுகின்ற மட்டையின் சிறம அடுக்கம்,  $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{LC_1}}$  ஆகும். அப்போது  $\frac{Z_1}{4Z_1} = 0$  ஆகும். செலுத்தப் படுகின்ற மட்டையின் பெரும அடுக்கம்,

$$\omega_2 = \left[ \frac{C_1 + 4C_1}{LC_1 C_1} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ அப்போது } \frac{Z_1}{4Z_1} = -1$$

ஆகும். இப்போது வேறொரு வகை அடுக்கம் செலுத்தும் மட்டையினைக் கவனிப்போம். இதனுடைய அமைப்பு, படம் 4-ல் காட்டப் பட்டுள்ளது. இதில் தொடர்புபடுத்திக் ஒரு தொடர் ஒத்திசைவுச் சுற்றும், இணைப்புபடுத்திக் ஓர் இணை ஒத்திசைவுச் சுற்றும் உள்ளன.



படம் 4

T பிரிவு வடிவம் - அடுக்கம் செலுத்தும் மட்டையின்

இரண்டு சுற்றுகளும் ஒரே அடுக்கத்தில் ஒத்திசைவைப் பெற்றும் சிறகு சுற்றுகளது அடுக்கம் மட்டையின் செலுத்தும் பண்பைப் பெற்றிருக்கும்.

தொடர் மின்னெதிர்ப்பை  $Z_1$  என்றும், இரண் மின்னெதிர்ப்பை  $Z_2$  என்றும் கொண்டால்,

$$\begin{aligned} Z_1 &= j \left( \omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1} \right) \\ &= j \left( \frac{\omega^2 L_1 C_1 - 1}{\omega C_1} \right) \end{aligned}$$

$$Z_2 = \frac{L_1/C_1}{j \left( \omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \right)} = \frac{\omega L_1}{j(\omega^2 L_1 C_1 - 1)}$$

$$\begin{aligned} \therefore Z_1 Z_2 &= \frac{L_1}{C_1} \left[ \frac{\omega^2 L_1 C_1 - 1}{\omega^2 L_1 C_1 - 1} \right] \\ &= \frac{L_1}{C_1} \left\{ L_1 C_1 - L_1 C_2 \text{ ஆக } \right\} \\ &\quad \text{இருக்கும் பொழுது} \end{aligned}$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{L_1 C_1} = \frac{1}{L_2 C_1} \text{ ஆனதால்,}$$

$$\frac{Z_1}{4Z_2} = - \frac{\left( \frac{\omega^2}{\omega_0^2} - 1 \right)^2}{4\omega^2 L_1 C_1}$$

செலுத்தப்படும் பட்டைக்கு  $\frac{Z_1}{4Z_2} = 0$  அல்லது  $-1$  ஆகும்.

$\frac{Z_1}{4Z_2} = 0$  ஆனால்,  $\omega = \omega_0$ . இது வெட்டு நிலை அடுக்கம் அன்று.

$\frac{Z_1}{4Z_2} = -1$  ஆனால்,

$$\frac{\left( \frac{\omega^2}{\omega_0^2} - 1 \right)^2}{4\omega^2 L_1 C_1} = 1$$

$$\omega = \omega_0 \left[ \sqrt{\left( 1 + \frac{C_1}{C_2} \right)} \pm \sqrt{\left( \frac{C_1}{C_2} \right)} \right]$$

$\omega_1, \omega_2$  இதன் மதிப்புகளானால்,

$$\omega_1 = \omega_0 \left[ \sqrt{\left( 1 + \frac{C_1}{C_2} \right)} + \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \right]$$

$$\omega_2 = \omega_0 \left[ \sqrt{\left( 1 + \frac{C_1}{C_2} \right)} - \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \right]$$

எனவே,  $\omega_1 \omega_2 = \omega_0^2$ .

ஒத்திசையவு அடுக்கம் இரு வெட்டு தலை அடுக்கங்களின் ஜியோமெட்ரி சராசரி (geometric-mean) ஆகும்.

எனவே,  $\omega = \omega_1$  ஆனால்,  $Z_T = 0$ .

$\omega = \omega_2$  ஆனால்,  $Z_T = 0$ .

$$\omega = \omega_2 \quad , \quad \sqrt{\frac{L_2}{C_1}} = K.$$

$$\text{மேலும், } K^2 = \frac{L_2}{C_1} = \frac{L_1}{C_2}.$$

$$\omega_1 - \omega_2 = \frac{2K}{L_1}$$

$$\therefore L_1 = \frac{2K}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{K}{\pi(f_1 - f_2)}$$

$$C_1 = \frac{1}{L_1 \omega_1 \omega_2} = \frac{\pi(f_1 - f_2)}{K \omega_1 \omega_2} = \frac{\pi(f_1 - f_2)}{K \cdot 4 \pi^2 f_1 f_2}$$

$$= \frac{f_1 - f_2}{4 \pi K f_1 f_2}$$

$$L_2 = K^2 C_1 = \frac{K(f_1 - f_2)}{4 \pi f_1 f_2}$$

$$C_2 = \frac{1}{\pi K(f_1 - f_2)}.$$

இவ்வாறு  $L_1$ ,  $C_1$ ,  $L_2$ ,  $C_2$  இவற்றின் மதிப்புகளை  $K$ ,  $f_1$ ,  $f_2$  ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் கணக்கிடலாம்.

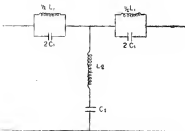
(4) வடிவட்டி - அடுக்கம் திறத்தும் பட்டை (Band stop filter) :

வடிவட்டி - அடுக்கம் திறத்தும் பட்டைச் சுற்றுகள் என்பவை ஒரு குறிப்பிட்ட பட்டையைத் தவிர மற்ற எல்லா அடுக்கங்களையும் செலுத்த வல்ல சுற்றும். இத்தகைய சுற்றின் அமைப்பு, படம் 5-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. தொடர்புபயத்தில் ஓர் இணை ஒத்ததிர்வுச் சுற்றும் இணை புயத்தில் ஒரு தொடர் ஒத்ததிர்வுச் சுற்றும் உள்ளன. தொடர்புபுய மின்னெதிர்ப்பை  $Z_1$  என்றும், இணைபுய மின்னெதிர்ப்பை  $Z_2$  என்றும் குறிப்பிட்டாகிறது.

$$Z_1 = \frac{j\omega L_1 \frac{1}{j\omega C_1}}{j\omega L_1 + \frac{1}{j\omega C_1}} = \frac{\omega L_1}{j(\omega^2 L_1 C_1 - 1)}$$

$$Z_2 = j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega C_2} = j\left[\frac{\omega^2 L_2 C_2 - 1}{\omega C_2}\right]$$

பிழைப்பு 5



படம் 5

5-வது எடுத்துக்காட்டு - அடுக்கம் திறத்தும் பட்டை

இதன் அமைப்பு, பட்டை செலுத்தும் சுற்றின் அமைப்பைப் போலவே உள்ளது. எனவே,

$$Z_1 Z_2 = \frac{L_1}{C_1} = \frac{L_2}{C_2} = K^2 \text{ (மாநிலம்)}$$

$$\frac{Z_1}{4Z_2} = 0 \text{ அல்லது } -1 \text{ ஆகும்.}$$

$$\frac{Z_1}{4Z_2} = 0 \text{ ஆனால், } \frac{\omega^2 L_1 C_2}{(\omega^2 L_1 C_1 - 1)(\omega^2 L_2 C_2 - 1)} = 0.$$

$$\therefore (\omega^2 L_1 C_1 - 1)(\omega^2 L_2 C_2 - 1) = \infty \text{ (நிலை)}$$

$$\frac{Z_1}{4Z_2} = -1 \text{ ஆனால் } \frac{\omega^2 L_1 C_2}{(\omega^2 L_1 C_1 - 1)(\omega^2 L_2 C_2 - 1)} = 4.$$

$$\text{அதாவது } \omega = \frac{\omega_0}{4} \left[ \sqrt{\left(18 + \frac{C_1}{C_1}\right)} \pm \sqrt{\frac{C_1}{C_1}} \right]$$

$\omega_1, \omega_2$  ஆகியவை,  $\omega$  வில் இரு மதிப்புகளானால்,

$$\omega_1 = \frac{\omega_0}{4} \left[ \sqrt{\left(\frac{C_1}{C_1} + 18\right)} + \sqrt{\frac{C_1}{C_1}} \right]$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_0}{4} \left[ \sqrt{\left(\frac{C_1}{C_1} + 18\right)} - \sqrt{\frac{C_1}{C_1}} \right]$$

$$\therefore \omega_1 \omega_2 = \omega_0^2.$$

இவ்வாறு ஒத்திசைவு அடுக்கம் இரு வெட்டு நிலைபடுக்கம் வரின் ஜியோமெட்ரி சராசரிக்குச் சமமாகும்.

மேலும்,  $\omega = 0$  ஆனால் மின்னெதிர்ப்பு  $Z_T = K$

$$\omega = \omega_1 \text{ ஆனால் } Z_T = 0.$$

$$\omega = \omega_2 \text{ ஆனால் } Z_T = 0.$$

$$\omega = \infty \text{ ஆனால் } Z_T = K$$

$$\omega = \omega_0 \text{ ஆனால் } Z_T = \text{மெய்யற்றதாகும்.}$$

மேலே சொல்லப்பட்ட வடிக்கற்றுகள்  $K$  வழி (K-derived) அல்லது மாநில  $K$  வடிக்கற்றுகள் எனப்படும். அவற்றில்  $Z_1 \cdot Z_2 = K^2$ . இங்கு,  $K$  என்பது ஒரு மாநிலியாகும். இது அடுக்கத்தைப் பொறுத்தது அன்று. இந்த வகை வடிக்கற்றுகளில் இரண்டு முக்கியக் குறைபாடுகள் உண்டு.

(1) அவற்றின் சிறப்பியல் மின்னெதிர்ப்பு, செலுத்தப்படும் பட்டையில் போதுமான அளவு நிலையாக இருப்பதில்லை; அடுக்கத்துடன் மாறுபடுகின்றது. எனவே, இந்த வடிக்கற்ற பட்டை முழுவதும் சரிவான வரையில் இயங்காது.

(2) மெய்யு, செலுத்தப்படுகின்ற பட்டையின் எல்லைகளில் மிக விரைவாக உயர்வதில்லை.

மேலே சொல்லப்பட்ட குறைபாடுகளை நீக்குவதற்காக கோபல் (Zobel) என்பார்  $m$  வழி (m-derived) வடிக்கற்ற ஒன்றை

அமைத்தார். இத்தகைய சுற்றுகள் செலுத்தப்படும் பட்டை-  
யின் பெருமளவும் பகுதியில் ஒரே சீரான மின்னெதிர்ப்பைக்  
கொடுத்தன. அவை அந்த சமயத்தில் வெட்டுதலில் அடுக்கம்  
களில் திடீரென மாறின. சில சமயங்களில்  $\pi$  வடி வடிச்சுற்று  
களும்,  $K$  வடி வடிச்சுற்றுகளும் சேர்த்தே பயன்படுத்தப்படு-  
கின்றன.

### மாநிலக் கணக்குகள்

1. 800 ஓம்கள் கட்டுக்கு விநியுக்கு 2500 சுற்றுகள்  
வரை அடுக்கங்களில் செலுத்த ஒரு வடிவட்டி குறையடுக்கச்  
சுற்றை எவ்வாறு அமைப்பாய்?

(a)  $T$  பிரிவு (b)  $\pi$  பிரிவு

வடிவட்டி - குறையடுக்கச் சுற்றிற்கு  $Z_1, Z_2$  ஆகியவற்றின்  
பெருக்குத் தொகை அடுக்கத்தையப் பொறுத்ததன்று.

$$K^2 = Z_1 Z_2 = j\omega L \cdot \frac{1}{j\omega C} = \frac{L}{C}$$

வடிவட்டி - குறையடுக்கத்திற்கு வெட்டுதலில் அடுக்கம்

$$f_c = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}}$$

$$\therefore L = \frac{K}{\pi f_c} = \frac{800}{8.14 \times 2500}$$

$$= \frac{6}{75.5}$$

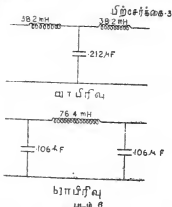
$$= 76.4 \text{ mH}$$

$$C = \frac{1}{\pi K f_c} = \frac{1}{8.14 \times 800 \times 2500}$$

$$= \frac{1}{8.14 \times 16 \times 10^3}$$

$$= 0.212 \text{ } \mu F$$

இவற்றைக் கொண்டு வடிக்கற்றைக் கீழ்க்கண்டவாறு அமைக்கலாம்.



(a) T பிர்வு

(b) π பிர்வு

2. ஒரு வடிக்கற்று — செலுத்தும் பட்டையில், இரண்டு தொடர்புபாக்களில் விநோதக் குறியீடுகளின் தகவு 100 : 1 ஆகும். இரண்டு புயல்களிலும் ஒத்திசைவு அடுக்கம் 1000 னைக்கில்கள் / மீட்டருக்கு செலுத்தப்படும் பட்டையில் அகலத்தைக் காண்கிறது.

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{100}{1} \text{ என்றும்}$$

$f_c = 1000$  சுற்றுகள் / மீட்டருக்கு என்றும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

வடிக்கற்று — செலுத்தும் பட்டையில்

$$f_1 = f_c \left[ \sqrt{\left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right)} + \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \right]$$

$$f_2 = f_c \left[ \sqrt{\left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right)} - \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \right]$$



செலுத்தப்படும் மட்டவட =

$$\begin{aligned} f_1 - f_2 &= 2 f_2 \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \\ &= 2 \times 1000 \sqrt{\frac{1}{100}} \\ &= 200 \text{ சுற்றுகள்/வினாடி.} \end{aligned}$$

3. சிறப்பியல் மின்னதிசப்பு 800 ஒம்பனும், வெட்டுதிறை அடுக்கம் 8 கொணைசக்கிள்/வினாடியும் உசின ஒரு T-பிரவு வடிவச் சுற்று-குறை அடுக்கத்தின் மின்மேக்கு திறன், மின்நிலைமம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடு.

$$f_c = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (1)$$

$$\text{சிறப்பியல் மின்னதிசப்பு} = K^2 = Z_1 Z_2 \quad \dots \quad \dots \quad (2)$$

$$K^2 = \omega L \cdot \frac{1}{\omega C} = \frac{L}{C}$$

$$(800)^2 = \frac{L}{C}$$

$$L = (800)^2 C \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (3)$$

வெட்டுதிறை அடுக்கம்  $f_c = 8 \times 10^3$  சுற்றுகள்/வினாடி. எனவே சமன்பாடு (1) விருத்து

$$8 \times 10^3 = \frac{1}{8.14 \sqrt{(800)^2 C^2}}$$

$$= \frac{1}{8.14 \times 800 C}$$

$$\therefore C = \frac{1}{8 \times 10^3 \times 8.14 \times 800}$$

$$= \frac{10^{-3}}{5312}$$

$$C = 0.177 \times 10^{-6} \text{ ஃபாபிட}$$

இந்த  $C$ -யின் மதிப்பை சமன்பாடு (3) க் இட்டால்

$$\begin{aligned} L &= 800 \times 800 \times 0.177 \times 10^{-9} \\ &= 68.72 \text{ mH.} \end{aligned}$$

4. 800 ஓம்-கள் வாய்ப்பின் ஒரு வடிச்சுற்று - உயரடுக்கம் 20,000 சுற்றுகள் / மீனாடிக்குக் கீழ் நிறுத்தவேண்டும். ஒரு  $T$  பிரிவில் இரண்டு, தொடர் புயல்களில் உள்ள மிக்ரோக்கி, மிக்ரோமீட்டர்கள் ஒப்பிடுக.

$T$  பிரிவு வடிச்சுற்று - உயரடுக்கத்திற்று

$$f_c = \frac{1}{4\pi \sqrt{LC}} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (1)$$

$$K = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad \dots \quad \dots \quad (2)$$

சமன்பாடு (1) கிருத்து

$$20,000 = \frac{1}{4\pi \sqrt{LC}} \quad \dots \quad \dots \quad (3)$$

சமன்பாடு (2)-கிருத்து

$$800 = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad \dots \quad \dots \quad (4)$$

சமன்பாடுகள் (3), (4) கிருத்து

$$\frac{1}{4\pi C} = 800 \times 20,000$$

$$\frac{1}{C} = 4 \times 8.14 \times 800 \times 20,000$$

$$C = \frac{1}{4 \times 8.14 \times 800 \times 20,000}$$

$$= \frac{1 \times 10^{-8}}{18172}$$

$$= 0.0086 \mu F$$

ஆனால்  $T$  பிரிவில் 2 தொடர்புபயத்தில்  $C$  உள்ளது. எனவே, தொடர்புபய மிக்ரோக்கி,  $= 0.0132 \mu F$ .

$$\frac{K}{f_c} = 4\pi L$$

$$L = \frac{K}{4\pi f_c} = \frac{800}{4 \times 3.14 \times 20,000}$$

$$= 0.0032$$

$$L = 3.2 \text{ mH.}$$

5. 800 ஓங்கன் வரம்புப் படுத்தப்பட்ட ஒரு வடிச்சுற்று உபரடுக்கம் கீழ்வெட்டு நிலையில் 120 கிலோ சுரக்கின் / வினாடி வரம்புப் மேல்வெட்டு நிலையில் 128 கிலோ சுரக்கின் / வினாடி வரம்புப் பெற்றுள்ளது. தொடர் இணையங்களிலுள்ள மின்னோக்கி, மின்னோங்களைக் கணக்கிடு.

$$\omega_1 = \omega_2 \left[ \sqrt{\left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right)} + \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \right] \quad \dots \quad (1)$$

$$\omega_1 = \omega_2 \left[ \sqrt{\left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right)} - \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \right] \quad \dots \quad (2)$$

$$2\pi \times 120 \times 10^3$$

$$= \omega_2 \left[ \sqrt{\left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right)} + \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \right] \quad (3)$$

$$2\pi \times 128 \times 10^3$$

$$= \omega_2 \left[ \sqrt{\left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right)} - \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \right] \quad (4)$$

சமன்பாடுகள் (1), (2)-ஐகுத்து

$$\frac{\omega_1 + \omega_2}{\omega_2 - \omega_1} = \frac{\sqrt{\left\{\left(\frac{C_1}{C_2}\right) + 1\right\}}}{\sqrt{\left(\frac{C_1}{C_2}\right)}}$$

$$\frac{248}{8} = \sqrt{1 + \frac{C_2}{C_1}}$$

$$31 = \sqrt{1 + \frac{C_2}{C_1}}$$

$$961 = 1 + \frac{C_2}{C_1}$$

$$\therefore \frac{C_2}{C_1} = 6560 \quad \dots \quad \dots \quad (5)$$

மேலும்,

$$L_1 C_1 = L_2 C_2 = \frac{1}{\omega_0^2} = \frac{1}{128 \times 120 \times 4\pi^2 \times 10^6} \quad (6)$$

$$\therefore \frac{L_1}{L_2} = \frac{C_2}{C_1} = 6560 \quad \dots \quad \dots \quad (7)$$

$$= \frac{L_1}{C_1} = K^2 = 3600 \quad \dots \quad \dots \quad (8)$$

எனவே (6), (8) விருது,

$$\frac{L_1^2 C_1}{C_1} = \frac{3600}{128 \times 120 \times 4\pi^2 \times 10^6}$$

$$\therefore L_1^2 = \frac{3600 \times C_1 / C_1}{128 \times 120 \times 4\pi^2 \times 10^6}$$

$$= \frac{3600 \times 6560}{128 \times 120 \times 4\pi^2 \times 10^6}$$

$$L_1 = 0.451 \text{ mH.}$$

$$L_1 = \frac{L_1}{C_1 / C_1} = \frac{L_1}{6560} = \frac{0.451}{6560}$$

$$= 0.8 \text{ } \mu\text{H}$$

$$C_2 = \frac{L_1}{K^2} = \frac{0.451}{3600} = 0.177 \text{ } \mu\text{F}$$

$$C_1 = \frac{C_2}{6560} = 53.9 \text{ } \mu\text{F}$$

6. மின்தலை 2 ஒற்றை வடிவ, மின்தெக்குதலை 8  $\mu\text{F}$ -ம் உடன் ஒரு மின்தலை ஒத்தமைவு அடுக்கம் வரது?

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$L = 2 \text{ ஒற்றை வடிவ}$$

$$C = 8 \times 10^{-6} \text{ கபாசு}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{2 \times 8 \times 10^{-6}}}$$

$$= 59.8 \text{ கசகககக/விருது.}$$

## பிற்சேர்க்கை-4

# அலை உருவை நிர்ணயிக்கும் சுற்றுகள்

## (Wave - Shaping Circuits)

பகுமீன் சுற்றுகள் (differentiating circuits), தொகுமீன் சுற்றுகள் (integrating circuits), சுத்தரிக்கும் சுற்றுகள் (clipping circuits) அல்லது வரம்புச் சுற்றுகள் (limiting circuits), பற்றிப் பொருத்தும் சுற்றுகள் (clamping circuits) ஆகியவை ஒரு துடிப்பின் அலைவடிவத்தை நிர்ணயிக்கின்ற சுற்றுகளில் முக்கியமானவைவாகும். இவற்றைப்பற்றிச் சுருக்கமாக இத்தப் பகுதியில் காண்போம்.

### (1) பகுமீன் சுற்றுகள் (Differentiating circuits)

ஒர் அலைவடிப் பகுத்தற்றுகரிய எளிய சுற்றுகள் படங்கள் 1(a), 1(b) கில் காட்டப்பட்டுள்ளன. 1(a)-யில் ஒரு சிறிய மின்தடை ஒரு மின்தேக்கியுடன் தொடரிணைப்பு முறையிலும், 1(b)-யில் ஒரு பெரிய மின்தடை ஒரு சிறிய மின்திரியுடன் தொடரிணைப்பு முறையிலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

இப்போது சுற்று 1(a) வைப் பார்ப்போம்.  $ei$  என்பது உள்ளிடு அளவு மின்னழுத்தமும்,  $e_o$  வெளிவரு அளவு மின்னழுத்தமும்,  $i$  என்பது சுற்றில் ஓடுகின்ற மின்னோட்டமானாலும் மின்தேக்கி  $C$ -யில் தொடக்க மின்னழுத்தம் சுழியாக வரும்போது

$$ei = \frac{q}{C} + iR$$

இங்கு  $q$  என்பது மின்தேக்கியில் மின்னூட்டமாகும்.

$$\text{அல்லது } ei = \frac{1}{C} \int i dt + iR$$



RC மிகச்சிறியதாகாதாலும், மாநிலியாக இருப்பதாலும்,

$$e_i \propto \frac{di}{dt}$$

அதாவது வெவ்வேறு மின்னழுத்தம், உக்ளிடு மின்னழுத்தத்தின் மாறுபடு அளவிற்கு (derivative) நேர்விகிதத்திலிருக்கும். உக்ளிடு அலை, வெவ்வேறு அலைவயத் தொற்றுகிறதால், பகுக்கப்படுவதாகச் சொல்லப்படுகிறது. தொற்றுகிறதால் அலையின் வடிவம் உக்ளிடு அலையின்  $\frac{di}{dt}$  விகிதம் நினைவிக்கப்படுகின்றது.

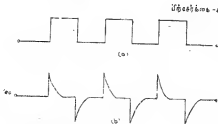
இப்போது படம் 1 (b)-ல் உள்ள சுற்றைப் பார்க்கோம்.

$$e_i = L \frac{di}{dt} + Ri$$

தோறும்  $\frac{L}{R}$  சிறியதாக விருத்தால், Ri என்பதை மூக்கியமாகும்.

எனவே,  $e_i \propto Ri$

$$i \propto \frac{e_i}{R}$$



அ) உக்ளிடு + உக்ளிடு

ஆ) மருத்தியை வெளியேற்ற

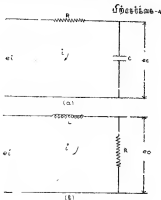
படம் 1

வெவ்வேறு மின்னழுத்தம் L க்கு இடையே எடுக்கப்படுவதால்

$$e_o = L \frac{di}{dt}$$

$$e_o = L \frac{d}{dt} \left( \frac{e_i}{R} \right) = \frac{L}{R} \frac{de_i}{dt}$$

$\frac{L}{R}$ -சிறியதாக விருக்கும்போது  $e_o$ , உள்விடு மின்னழுத்தத்தின் மாறுபடு அளவிற்கு நேர்விகிதத்திலிருக்கும். இவ்வாறு இத்தர அற்றம் உள்விடு அலைவடிவப் பகுக்கிறது. சதுர அலைகள் உள்விடு அலைகளாக விருக்கும்போது பகுக்கப்பட்ட வெளிவரு அலைகளின் வடிவம் படம் (2)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 2 (a), (b)  
தொகுமின் சுற்றுகள்

## (2) தொகுமின் சுற்றுகள் (Integrated circuits)

இந்த வகை எலிய சுற்றின் அம்மப்பு, படம் 2 (a), 2 (b)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. படம் 2 (a)-ல் ஓர் உள் மின்தடை,



ஒர் உயர் மின்னோக்கியுடன் தொடர்பினைப்பு முறையில் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. வெளிவரு மின்னழுத்தம்  $C$  க்கு இடையே எடுக்கப் பட்டுள்ளது. படம் 3 (b) - க் ஒர் உயர் மின்னிலைம்  $L$ , ஒரு சிறிய மின்தடை  $R$  உடன் தொடர்பினைப்பு முறையில் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. வெளிவரு மின்னழுத்தம்  $R$  க்கு இடையே எடுக்கப் படுகின்றது.

படம் 3 (a) ஐப் பொறுத்து உள்ளிடு அலைக்குக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டை எழுதலாம்.

$$ei = \frac{1}{C} \int idt + iR$$

$$i = \frac{ei}{R} - \frac{1}{RC} \int idt$$

தேர்மானி  $RC$  மிகப்பெரியதாகவிருந்தால்  $\frac{1}{RC} \int idt$  என்பது மிகச்சிறியதாக விருக்கும்.

$$\text{எனவே, } i \approx \frac{ei}{R}.$$

இத்தச் சுற்றில் வெளிவரு மின்னழுத்தம்  $C$  க்கு இடையே எடுக்கப்படுவதாக, வெளிவருமின்னழுத்தம்,

$$\begin{aligned} e_s &= \frac{1}{C} \int idt, \\ &= \frac{1}{C} \int \frac{ei}{R} dt, \\ &= \frac{1}{RC} \int eiddt. \end{aligned}$$

வெளிவரு மின்னழுத்தம், உள்ளிடு மின்னழுத்தத்தின் தொகுப் பிற்கு நேர்விசிதத்திலுள்ளது என்பது மேலே கண்ட சமன்பாட்டி னிருந்து தெளிவாகப் புலனாகின்றது. இவ்வாறு உள்ளிடு அர்பு இந்த அர்புவைத் தோற்றுகின்றபோது, தொகுக்கப்படுவதாகக் கூறப்படுகின்றது. தோற்றுகக்கப்பட்ட அலைவிக் வீச்சு, உள்ளிடு அலையின் தொகுப்பிற்கு நேர்விசிதத்திலிருக்கும்.

இப்போது படம் 8 (b) வைக் கவனிப்போம்.

உள்ளிடு மின்னழுத்தம்,

$$ei = L \frac{di}{dt} + Ri.$$

$$i = \frac{ei}{R} - \frac{L}{R} \frac{di}{dt}.$$

உள்ளிடு ஆய்வின் இடைவெளியுடன் (interval) ஒப்பிடுகப் போது, நேர மாறிலி  $\frac{L}{R}$  பெரியதாக விருக்குமானால்  $ei$  என்பது  $L \frac{di}{dt}$  ஆல் தீர்மானிக்கப்படும். எனவே,

$$ei \approx L \frac{di}{dt}$$

$$i = \frac{1}{L} \int eidi + i_0$$

இங்கு  $i_0$  என்பது தொடக்கத்தில் உள்ள தூண்டு மின்னோட்டமாகும் (inductor current).

$$i_0 = 0 \text{ ஆனால்,}$$

$$i = \frac{1}{L} \int eidi.$$

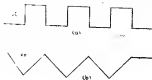
எனவே,  $R$ -க்கு இடையே வெளிவரு மின்னழுத்தம்

$$e_s = iR = \frac{R}{L} \int eidi.$$

$\frac{L}{R}$  பெரியதாகவிருக்கும்போது  $e_s$  உள்ளிடு மின்னழுத்தத்தின் தொகுப்பிற்கு நேர்விதித்ததினாலானது.

செய்வக வடிவ உள்ளிடு மின்னழுத்தத்திற்குத் தொகுக்கப் பட்ட வெளிவரு மின்னழுத்தத்தின் வடிவம் படம் 9-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

பிழைப்புக்கோடு-4



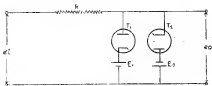
அ) உயர்ந்த அலை

பிழைப்புக்கோடு-4

படம் 4

(3) கத்தரிக்கூறு கற்றுக்கல் அல்லது வரம்புக் கற்றுக்கல் (Clipping or limiting circuits) :

பிழைப்புக்கோடு-4



படம் 5

டிரைவ் உச்சவரம்புக் கற்று

ஒரு அலைவின் வடிவத்தைக் கிடைக்கப்படுத்துவதோடு (flattening) ஒரு குறிப்பிட்ட மேற்கோள் மின்னழுத்தத்திற்குக்

(reference voltage level) கட்டுப்படுத்துவதோ கத்தரித்தல் (clipping) எனப்படும். கத்தரித்தல் மூன்று வகைப்படும்.

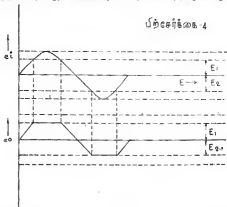
(a) உச்சியைக் கத்தரித்தல் அல்லது உச்சியை நரம்புப் படுத்தல் (peakclipper or peak limiter) :

இந்த வகையில் அலைமீள் உச்சிப்பகுதி (top portion) நேரில் பகுதி, எதிர்ப்பகுதி ஆகிய இரண்டு பகுதிகளிலும் கத்தரிக்கும் வரையறுக்கப்படும் எக்ஸ்ச்சுட்டிபட்டுக் கத்தரிக்கப்படுகின்றது. இதை ஒரு டயோடு அல்லது டி:யோடு மிக்ஞாலைக் கொண்டு செய்வலாம்.

படம் 8-ல் ஒரு டயோடு கத்தரிக்கும் சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது.

$e_i < E_1$  ஆக இருக்கும்போது  $T_1$  என்ற டயோடு உடனிலு அலைமீள் நேரக்குறி உச்சியில் (positive peak) கடத்தாது. மேலும்

பிற்சேர்க்கை 4



படம் 8

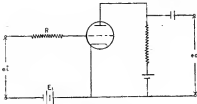
உச்சிகளை வரையறுக்கப்பட்ட அலை

எதிர்ப்பகுதி உச்சிகளில்  $e_i < E_1$  ஆக இருந்தால்,  $T_1$  என்ற டயோடும் கடத்தாது. எனவே  $e_i$  ஆனது  $E_1$ -க்கும்,  $E_2$ -க்கும்

இடைப்பட்ட மதிப்பைப் பெற்றிருக்கும்போது, இரண்டில் எந்த டயோடு கடத்தாது. ஆகவே, உட்கிடை மின்னழுத்தம் வெளி வருவதற்கு நேரடியாகச் சொல்கிறதும். ஆனால்,  $e_1$  நேர்ச்சுதி மூலையில்  $E_1$ -ஐவிட அதிகமாகும் ( $e_1$  more positive than  $E_1$ ) டயோடு  $T_1$  கடத்தும். அப்போது தொடர் மின்னடை  $R$  தேவையான அளவு உயர்மதிப்பைப் பெற்றிருக்கும்போது இத்தகைய கடத்தல் வெளிவரு மின்னழுத்தத்தில் நேர்ச்சுதி உச்சிகளைக் கவனிக்கவும். இத்தகைய கவனம்  $E_1$ -ன் மதிப்பிற்குத் தோராயமாகச் சமையிருக்கும். இதேமாதிரி  $e_2$  நேர்ச்சுதி மூலையில்  $E_2$  ஐவிட அதிகமாக இருந்தால் ( $e_2$  should be more negative than  $E_2$ )  $T_2$  கடத்தும். தொடர் மின்னடை  $R$  தேவையான மதிப்பைப் பெற்றிருக்கும்போது இத்தகைய கடத்தல் வெளிவரு மின்னழுத்தத்தில்  $e_1$  நேர்ச்சுதி உச்சிகளை ஒரு வரம்பிற்கு உட்படுத்தும். இதன் மதிப்பு வெளிவரு மின்னழுத்தத்தில்  $E_2$  க்குச் சமையாகும். இவ்வாறு இரு உச்சிகளும் கவனிக்கப்படுகின்றன. இவை படம் 6-ல் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

படம் (7)-ல் ஒரு டயோடு கவனிக்கக் கொள்ளப்படும்.

பிழைப்பு: 4

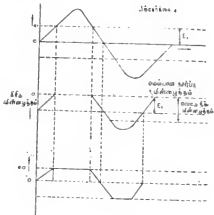


படம் 7

டயோடு உச்சவரம்புக் கற்று

இத்தகைய கவனம் கிடைக்கும் எதிர் மின்னழுத்தம் படம் 5-ல் காட்டப்பட்டுள்ள டயோடு  $T_1$ -ஐப்போல் தொழிற்படுகின்றன. இது வெளிவரு மின்னழுத்தத்தில் நேர்ச்சுதி உச்சிகளை  $E_1$  அளவிற்குக் கவனிக்கிறது. இதற்குக் கிடை வரம்பு (grid limiting) என்னு் பெயர்.

உள்ளிடு மின்னழுத்தம்  $v_i$  க்கு எதிர்த்து உச்சத்தில்,  $v_i$  க்கு வீச்சு, வெட்டுநிலை கீழிடு மின்னழுத்தத்துடன் ஒரேமுகப்போது, மிக அதிக அளவில்தானும், எனவே, மின்னூழாய் கடத்துவதில்லை. இதனால் வெட்டுநிலை  $v_{ref}$  மின்னழுத்தத்தில் (voltage bins) அலைவடிவம் கிடைக்கப்படுகிறது. வரம்புப்படுத்தப் பட்ட அலை வடிவம் படம் 8-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 8

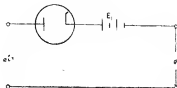
உரையோடு கற்றிக்கு கத்தரிக்கப்பட்ட கைஸ் அலை

(b) அடிவரைக் கத்தரிப்பு (Base clipper) :

ஒரு உரையோடு அடிக்கத்தரி கத்தரி அமைப்பு, படம் 9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. உள்ளிடு மின்னழுத்தத்தில் வீச்சு  $V_1$ -ஐ விட அதிகமாகிக்கும்கொதுங்கும்கே. வெளிவரு மின்னழுத்தம் கிடைக்கும் என்பது படம் 9 க்குத்து முன்னுக்கிறது. இவ்வாறு உச்சிப்பகுதியிக்கும் படம் 10-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இத்தகைய அலைக் கத்தரிப்பை டயோடிற்குப் பதிலாக டயோடு மின்னழுத்தம் பயன்படுத்தியும் பெறலாம். தீக்ஷ்டைவேண்டிய பகுதி  $E_1$ -க்குக் கீழே மீறும்பதாகக் கொள்வோம்.

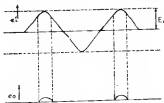
பித்தரித்தல்-4



படம் 9

டயோடு அடிக்கத்தரிப்புச் சற்று

பித்தரித்தல்-5



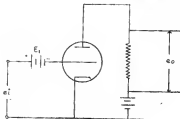
படம் 10

அடி கத்தரிக்கப்பட்ட அலை வடிவம்

இதற்கு மின்னழுத்தம்  $E_1 + E_2$  அளவு எதிர்க்குறி ஒரு தாற்பு மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படவேண்டும்.  $E_1$  என்பது வெட்டுநிலை

மின்னழுத்தத்தைக் குறிக்கும். இந்த அமைப்பு படம் 11-ஐப் பார்த்து, அதன் படம் 12-ஐப் காட்டப்பட்டுள்ளன.

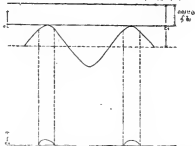
பித்திரித்தல் - 4



படம் 11

பித்திரித்தல் - 4 அமைப்பின் பித்திரித்தல்

பித்திரித்தல் - 4



படம் 12

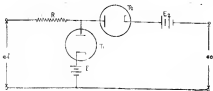
பித்திரித்தல் - 4 அமைப்பின் பித்திரித்தல்



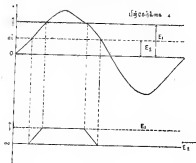
(c) கூறுபடுத்தி (Slider) :

ஒர் அமைப்பில் மூச்சிழை அடிப்பகுதியும் நீக்கப்பட்டிருந்தால், அதாவது அலைவின் ஒரு பகுதியை மட்டும் வெளிவரும் பகுதி

பிழைப்புகள் 4



படம் 13  
கூறுபடுத்தும் சுற்று



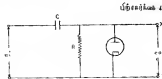
படம் 14  
கூறுபடுத்தப்படாத அலை வடிவம்

யின் நேரத்தில், அச் சுற்று கூறுபடுத்தி என அழைக்கப்படுகின்றது. இத்தகைய சுற்று, படம் 13-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இதில்  $T_1$ ,  $T_2$  ஆகிய இரு டயோடுகள்  $E_1$ ,  $E_2$  என்ற குறிப் பிட்ட அளவுகளில் ஒரு தூரப் பின்னலுத்தம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. கூறுபடுத்தும் முறை (slicing action) படம் 14-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

#### (4) பற்றிப் பொருத்தும் சுற்று (Clamping circuit) :

ஒரு பெருக்கியின் வெளிவரு பகுதியில் தேவைவராத அளவு - ஒரு நிசை பின்னலுத்தத்தைக் கொடுப்பதற்குப் பற்றிப் பொருத்தும் சுற்று (clamping அல்லது d. c. restorer) என்ற ஒரு சுற்று பயன் படுகிறது. இத்தகைய ஓர் எளிய சுற்றில் ஒரு டயோடும் மின்தடை-மின்தேக்கி அமைப்பும் உள்ளன.



படம் 15

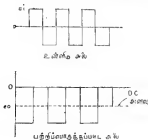
டயோடு பற்றிப் பொருத்தும் சுற்று

இத்தகைய சுற்றில் (படம் 15-ல்)

- (1) மூலமும் (source), டயோடும் குறைந்த மின்தடையுள்ளவாக இருக்கவேண்டும்.
- (2) உள்ளிடு அலையின் அலைவு தோத்துடன் ஒப்பிடப்படும் பொழுது நேர் மாதிரி  $RC$  மிக அதிகமாக இருக்கவேண்டும்.  $X$ -முனை (terminal X) நோக்குறியாக இருக்கும்போது டயோடு கடத்துகின்றது; மின்தேக்கி  $C$ , டயோடு, மூலம் ஆகியவற்றின் குறை மின்தடை (low resistance) வழியே மின்னூட்டம் அடைகின்றது. டயோடு மின்தடை குறைவாக இருப்பதால்  $X$ -முனை,  $Y$ -முனைமேல் நாளாகவே சேர்க்கப்படுகின்றது.  $Y$ -முனை சுழிநிலை பின்னலுத்தத்தி லுள்ளது எனவே, வெளிவரு பின்னலுத்தம் சுழியாகிறது. உள்ளிடு அலை,  $C$  மின் இடையே தோன்றுகின்றது (படம் 16).

உள்ளிடு மின்னழுத்தம் குறைவும்போது, மிக்நேக்கியின் வலப்புறத்திலுள்ள மின்னழுத்த பேதம் அதே அளவு உடனே குறைவடையும். எனவே,  $X$ -முனை எதிர்க்குறியாகி உயோடு திறத்த சுற்றுகிறது. நேரனாழி  $RC$  மிகவும் உயர்மதிப்பைப் பெற்றிருப்பதால் மிக்நேக்கி  $C$  எதிர்க்குறி இடைவெளியில்

பிஞ்சேர்க்கை-4



(அ) உள்ளிடு ஆலை

படம் 18

(ஆ) பற்றிப் பொருத்தப்பட்ட ஆலை

கணிசமான அளவு மின்னிறக்கமடைவதில்லை. இவ்வாறு  $X$ -முனை எதிர் மின்னழுத்தத்திலேயே நிறத்திவைக்கப்படுகின்றது. மறுபடியும் உள்ளிடு மின்னழுத்தம் சுழிவிரிந்து உயரும்போது, வெளியுரு மின்னழுத்தம் மறுபடியும் சுழியை அடைகின்றது. இவ்வாறு உள்ளிடு ஆலையின் தேர்க்குறி உச்சிகள் சுழி மதிப்பிலேயே கத்தலிக்கப்படுகின்றன.

**அட்டவகை-1.**

**கிரேக்க எழுத்துகளும் அவற்றின் பெயர்களும்**

எழுத்து	தமிழில் பெயர்	ஆங்கிலத்தில் பெயர்
α	ஆல்பா	Alpha
β	பீட்டா	Beta
γ	கம்மா	Gamma
δ	டெல்டா	Delta
ε	எப்ஸிலான்	Epsilon
η	ஈட்டா	Eta
λ	லாம்ப்டா	Lambda
μ	மீக்யூ	Mu
ν	நீயூ	Nu
π	பை	Pi
ρ	ரோ	Rho
σ	ஸிக்மா	Sigma
ω	ஓமேகா	Omega

**அட்டவகை-2.**

**அடுக்கங்களின் பகுப்பு :**

அடுக்கங்கள் (வினாடிக்கு)	பெயர்	குறி
1. 50 கிரேஸ் தரக்கிள்களுக்குக் கீழே	மிகக்குறைந்த அடுக்கம்	$V, L/F$
2. 50-500 கிரேஸ் தரக்கிள்கள்	குறைந்த அடுக்கம்	$L/F$
3. 500-5000 கிரேஸ் தரக்கிள்கள்	நடுத்தர அடுக்கம்	$M/F$
4. 5-50 மெகா தரக்கிள்கள்	உயரடுக்கம்	$H/F$
5. 50-500 மெகா தரக்கிள்கள்	மிக உயரடுக்கம்	$V.H/F$
6. 500-5000 மெகா தரக்கிள்கள்	டெசி மீட்டர் அலைகள்	$dc/w$
7. 500-50,000 மெகா தரக்கிள்கள்	செ. மீ. அலைகள்	$cm/w$

அட்டவணை-3.

மின்சாரச் சமன்பாடுகளில் உபயோகப்படும் குறிகள் :

தொடர் எண்	அளவைகள்	குறி
1.	நீளம்	<i>l</i>
2.	நிறை	<i>m</i>
3.	நேரம்	<i>t</i>
4.	கோணம்	θ, φ
5.	வேலை, ஆற்றல்	<i>w</i>
6.	திறன்	<i>P</i>
7.	பலனுறுதிறன்	<i>q</i>
8.	அலைவு நேரம்	<i>T</i>
9.	அடுக்கம், அதிர்வெண்	<i>f</i>
10.	கோண அடுக்கம்	<i>ω</i>
11.	அலை நீளம்	<i>λ</i>
12.	கட்டபேதம்	θ
13.	வெப்பநிலை (சென்டிக்கிரேடில்)	<i>t</i>
14.	மின்னுட்டம்	<i>Q</i>
15.	மின்னோட்டம்	<i>I</i>
16.	மின்னழுத்தம்	<i>E, V</i>
17.	மின் தடை	<i>R</i>
18.	மின் தடை எண்	<i>ρ</i>
19.	மின் நிலைமை	<i>L</i>
20.	மின் செறிவு	<i>Z</i>
21.	மின் தேக்கு திறன்	<i>C</i>
22.	உட்புழு திறன்	<i>μ</i>
23.	காந்தப்புலம்	<i>H</i>
24.	மின்புலம்	<i>E</i>
25.	மின் மறுப்பு	<i>X</i>
26.	மின்காந்த அலைகளில் திசை வேகம்	<i>c</i>
27.	பெருக்கு எண்	<i>μ</i>
28.	ஊறு மின் ஏற்பகம்	<i>Y</i>
29.	பரிமாற்று மின் நுண்டம் எண்	<i>M</i>
30.	பரிமாற்றுக் கடத்து திறன்	<i>G</i>
31.	மின் கடத்தாப் பொருள்	<i>E</i>

அட்டவணை-1.

அளவைகளின் மேற்பகுதிகளும் கீழ்ப்பகுதிகளும் :

தொடர் எண்	மேற்பகுதி/கீழ்ப் பகுதி	பெயர்	குறி
1.	$10^{12}$	டெரா	T
2.	$10^9$	ஜிகா	G
3.	$10^6$	மெகா	M
4.	$10^3$	கிலோ	K
5.	$10^2$	ஹெக்டோ	H
6.	$10^1$	டெகா	da
7.	$10^{-1}$	டெசி	d
8.	$10^{-2}$	சென்டி.	c
9.	$10^{-3}$	மிலி	m
10.	$10^{-6}$	மைக்ரோ	$\mu$
11.	$10^{-9}$	நிக்ஸி மைக்ரோ அல்லது நானோ	$n\mu$ n
12.	$10^{-12}$	மைக்ரோ, மைக்ரோ அல்லது பைகோ	$\mu\mu$ p

## மேற்கத்திய நூல்கள்

1. Radar Premier — J.L. Hornung.
2. Fundamentals of Radar — Stephen A. Knight.
3. Electronics made simple — Henry Jacobowitz.
4. Radar Beacons — Arthur Roberts.
5. Introduction to Radar and Radar techniques — Denis Taylor.
6. Principles and Practice of Radar — R.S.H. Boulding.
7. Principles of Radar — Members of the Staff of the Radar School.
8. Principles of Radar — Taylor D and West Cott.
9. Introduction to Radar system — Merrill I. Skolnik.
10. Radio location technique — Brigadier J.D. Hoigh.
11. Radar simply explained — R.W. Halloos.
12. Basic Radars — Electronics Training Investigation Team
13. Radar works like this — Egon Larsen.
14. One story of Radar — Rowe, A.P.
15. Radar aids to Navigation — John S Hall.
16. Radar Scanners and Radomes — Cady, Karelitz and Turner.
17. Pulse Generators — Glasco and Lebacqz.
18. Micro wave Magnetrons — Collins.
19. Electronics — Gupta and Kumar.
20. Electronic and Radio Engineering — P.E. Terman.
21. Modern Radar — Raymond S. Bercowitz.
22. Radar, what it is — Rider J.F.

## கலைச்சொற்கள்

(தமிழ் - ஆங்கிலம்)

	ஆ
அகலாயம்	— Inlet
அடக்கு கிரிடு	— Suppressor grid
அடிவாய்	— Base
அடுக்கபேதம்	— Frequency difference
அடுக்கப் பண்பேற்றம்	— Frequency modulation
அடுக்க மாற்றி	— Frequency changer
அணு	— Atom
அணு எண்	— Atomic number
அணு எடை	— Atomic weight
அதிக அடுக்கப் பக்கப்பட்டு	— Upper side band
அவன் மண்டலம்	— Ionosphere
அயனியாக்கம்	— Ionisation
அரிதிற் கடத்தி	— Insulator
அரை அலைவுத் திருத்தி	— Half wave-rectifier
அதி+வெண், அடுக்கம்	— Frequency
அலை நீளம்	— Wave length
அலைவியற்றி	— Oscillator
அலை வழிப்படுத்தி	— Wave guide
அலைபரப்பி	— Transmitter
அலைப் பன்முகக்கம்	— De-modulation
அலை வீச்சு	— Amplitude
அலைவு நேரம்	— Period of oscillation
அலைவு மின்னோட்டம்	— Oscillating current
அவரி	— Indigo
அன் டென்னா	— Antenna
அச்சு	— Axis
அரிதிற் கடத்தி	— Bad conductor
அறிவியல் (பொள்திகம்)	— Physics
அதிர்வு	— Vibrator



ஆம்ப்ரியர்	— Ampere
ஆரஞ்சு	— Orange
ஆரவகை காந்தப்புலம்	— Radial magnetic field
ஆற்றல்	— Energy
ஆற்றல் மின்மாற்றி	— Power transformer
ஆற்றல் செறிவு	— Energy density
ஆற்றல் பாய்வகை	— Energy flow
ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பி	— Transmission line
ஆளுகை அலைவு இயந்திரம்	— Master-oscillator
இ	
இசைக்கப்பட்ட ரேடியோ அடுக்கம்	— Tuned Radio frequency
இசைக்கும் மின்தேக்கி	— Tuning condenser
இசைத்தல்	— Tuning
இசைவு அடுக்கம்	— Resonant frequency
இசைவுக் காட்டி	— Tuning indicator
இடைநிலை அடுக்கம்	— Intermediate frequency
இடைநிலை அடுக்கப்பெருக்கி	— I.F. Amplifier
இசைக்கப்பட்ட கிரிட் இணைப்பு பெருக்கி	— Tuned grid amplifier
இலக்கு	— Target
இணைப்பு	— Coupling
இணைப்பெண்	— Co-efficient of coupling
இணைப்பு மின்தேக்கி	— Coupling condenser
இணைப்பு அலைவியந்திரம்	— Coupled oscillator
இருபடி	— Square
இணைத்தடம்	— Shunt
இருமுனை	— Dipole
இரைச்சல்	— Noise
இயக்கநிலைப் பண்பியல் கொள்கை	— Dynamic characteristics
இரட்டை எண்கள்	— Even numbers
இயந்திரம்	— Generator
இரண்டாம் நிலை அலைகள்	— Secondary waves
உ	
உட்குழிவு	— Cavity
உட்கவர்தல்	— Absorption

உடனடி அடுக்கம்	— Instantaneous frequency
உண்மை உயரம்	— True height
உந்து மின்னழுத்தம்	— Accelerating voltage
உரோகத் திருத்தி	— Metal rectifier
உயரழுத்த பார்ட்டரி	— High tension battery
உயரமானி	— Altimeter
உருளை மின்தேக்கி	— Cylindrical condenser
உருக்குலைத்த பிம்பம்	— Distorted image
உணர்வு மூட்பம்	— Sensitivity

ஊ

ஊட்டுக் கம்பி	— Feeder line
ஊதா	— Violet
ஊர்ஜி அலை	— Carrier wave

எ

எண்ணிலா	— Infinite
எடிசன் விளைவு	— Edison effect
எதிர்க்காது	— Antinode
எதிர் மின்வாய்	— Cathode
எதிர் மின்னழுத்தம்	— Negative voltage
எதிரொளி	— Echo
எதிர் மின்னூட்டம்	— Negative charge
எதிர்மின் சுதிர்க்குழாய்	— Cathode ray tube
எல்லை நிபந்தனை	— Boundary condition
எலெக்ட்ரான்	— Electron
எதிரொளிப்பான்	— Reflector
எலெக்ட்ரான் ஓட்டம்	— Electron current
எலெக்ட்ரான் ஓலை	— Electron hole
எலெக்ட்ரான் செறிவு	— Electron density
எலெக்ட்ரான் மேகம்	— Electron cloud
எழுத்தி	— Surge

ஏ

ஏடு	— Layer
ஏரியல்	— Aerial
ஏற்பி	— Receiver
ஏற்ற கோணம்	— Angle of elevation
ஏற்பு அணு	— Acceptor Atom
ஏற்பு வாய்	— Collector

ஏற்புலாய்ச் சந்தி	— Collector Junction
ஏற்றம்	— Elevation
ஏ. சி./டி. சி. மாற்றி	— A.C./D.C. converter

ஒ

ஒத்தகூட்டம்	— Same phase
ஒதுக்கும் மிகேதேக்கி	— By pass condenser
ஒருதிசை மின்னழுத்தம்	— Direct current voltage
ஒருதிசை மிகேனூட்டம்	— Direct current
ஒளிபுணர் பண்பு	— Light sensitive property
ஒளி மின்கலம்	— Photo-electric cell
ஒளித் திரை	— Fluorescent screen
ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம்	— Bias voltage
ஒமேகா	— Omega

ஓ

ஓம்	— Ohm
ஓரைகூட்டம்	— Ellipse
ஓரச்சு உருளை	— Co-axial cylinder
ஓரச்சாக	— Co-axially
ஓரவிளைவு	— Edge effect
ஓர்ஸ்டெட்	— Oerstead

ஃ

ஃபரடீ	— Farad
ஃபிலமென்ட்	— Filament

க

கலப்பு	— Mixture
கணு	— Node
கண்ணாறு	— Video
கத்தரிக்கும் சுற்றி	— Clipping circuit
கசிவு	— Leak
கலக்கிப் பிரித்தல்	— Heterodyning
கட்டம்	— Phase
கட்ட இயல்பு மாற்றி	— Phase shift discriminator
கட்டுண்ட எலக்ட்ரான்	— Bound Electron
கட்டபேதம்	— Out of phase
கற்றை மின்னழுத்தம்	— Beam voltage
கனகோணம்	— Solid angle

காப்பு	— Insulation
காமிரா	— Camera
காந்தப்புலம்	— Magnetic field
காஃபிட் அலைவியற்றி	— Colpitt oscillator
கிடை விலக்கிகள்	— Horizontal deflectors
கிளர்ச்சி	— Excitation
கிளெட்ரான்	— Klystron
கிளெஸ்கோப்	— Kinescope
குத்து விலக்கிகள்	— Vertical deflectors
குரோமோஸ்பியேர்	— Chromosphere
குரோமேட்ரான்	— Chromatron
குவார்ட்சு	— Quartz
குறிகாட்டி	— Pointer
குறுக்குச் சுற்று	— Short circuit
குறை மின்னழுத்த பேட்டரி	— Low voltage battery
குறுக்கிட்டு வினைவு	— Interference
குறைந்த அடுக்கப்பட்டவை	— Lower side band
கூலாம்பு	— Coulomb
கூட்டுப் பொருள்	— Compound
கென்னெலி - ஹெவிசைடு அடுக்கு	— Kennelly-Henviside layer
கொடை அணு	— Donor atom
கொடைவாய்	— Emitter
கொடைவாய்ச் சந்தி	— Emitter junction

\*

சட்டம்	— Frame
சமன்பாடு	— Equation
சந்தி	— Junction
சார்பிலா	— Absolute
சிவப்பு	— Red
சிறிதே கடத்தி, குறைக்கடத்தி	— Semi conductor
சிறப்பியல் மின்னெதிர்ப்பு	— Characteristics impedance
சீரிசை அலைவியற்றி	— Harmonic oscillator
சுருள்	— Coil
சுற்று	— Circuit, cycle
சுற்று வடிவ ஆன்டென்னா	— Loop Antenna
செலீனியம்	— Selenium
செங்குத்து ஆன்டென்னா	— Vertical Antenna
செவியுறு அடுக்க அலைகள்	— Audio frequency waves

செவியுறு அடுக்கல் பெருக்கி	— Audio Frequency amplifier
செவியுணர் ஒலிகள்	— Supersonics
செவியுறு அடுக்க மின்மாற்றி	— Audio frequency transformer
செயலுறு பரப்பு	— Effective area
செறிவு	— Density
சேக்க	— Choke
சைன் வளைகோடு	— Sine-curve

ட

ட்ரோபாஸ்பேர்	— Troposphere
டிரயோடு	— Triode
டயோடு	— Diode
டன்னல் டயோடு (புழல் டயோடு)	— Tunnel diode
டிரான்சிஸ்டர்	— Transistor
டிரிம்மர்	— Trimmer
டெட்ரோடு	— Tetrode
டெசிபல்	— Decibel

த

தள்ளு-இழு பெருக்கி	— Push-pull amplifier
தடை அலைவியற்றி	— Blocking oscillator
தரை அலைகள்	— Ground waves
தரை இணைப்புற்ற	— Earthed
தரை ராடார்	— Ground radar
தனிமை	— Element
தனித்தனியான	— Discrete
தாவும் தூரம்	— Skip distance
திருத்தி	— Rectifier
திரை கிரீடு	— Screen grid
திசைச் சாட்டை	— Azimuth
திட்டப்படம்	— Block diagram
துணைச் சுருள்	— Secondary coil
துடிப்பு	— Pulse
துருவுதல்	— Scanning
துவக்கி	— Trigger
துளை	— Hole
துடிப்பு மின்னோட்டம்	— Pulsating current
துண்டுச் சுருள்	— Induction coil
துண்டப்பட்ட மின்னழுத்தம்	— Induced voltage

கதாட்ரான்  
தொடுகை மின்னழுத்தம்  
தொகுத்த சுற்று  
தொடர்நிலை  
தொடர்ச்சியின்மை  
தொலைக் காட்சி  
தொட்டிச் சுற்று

— Thyatron  
— Contact potential  
— Integrated circuit  
— Series  
— Discontinuity  
— Television  
— Tank circuit

## த

தங்கடத்தி  
தங்குரம்  
தலைத்த தகைமை  
தவால் வினக்கு  
நிழல் முடிக்குழாய்  
நிலைப்பலகை  
நிறை  
நிலைஞெளித் தம்  
நிலம்  
நேர்மின்னழுத்தம்  
நேர்மின்னூட்டம்  
நேர்க்கோட்டுக் காலகடி  
நேர்மின்வாய்  
நேர்மின்வாய் ஒருதிசை  
மின்னழுத்தம்  
நேர்மின்வாய் சிதர்ச்சியல்  
கோடுகள்  
நேர்மின்வாய் இசைவுப்  
பெருக்கி  
கைத்தோம்

— Good conductor  
— Anchor  
— Persistence  
— Neon lamp  
— Shadow mask tube  
— Standing waves  
— Mass  
— Phosphorescence  
— Blue  
— Positive voltage  
— Positive charge  
— Linear time base  
— Anode  
— Anode D.C. voltage  
— Anode characteristics  
— Tuned anode amplifier  
— Nichrome

## ப

பல் அதிர்வி  
பரவளையம்  
பரப்பல்  
பல் கூட்டு மாறி  
பகுத்தல்  
பகுப்பல்  
பல் கூட்டு எண்  
பச்சை  
பட்டை அகலம்

— Multi vibrator  
— Parabola  
— Propagation  
— Complex variable  
— Detection  
— Detector  
— Complex number  
— Green  
— Band-width

படிக்க ஆலைப்பதறி	— Crystal oscillator
படிக்க	— Crystal
பண்டியல் அட்டவணை (தனிம அட்டவணை)	-- Periodic table
பண்பேற்றம்	— Modulation
பாணுறு திறன்	— Efficiency
பரப்பு	— Broad-cast
பறக்கும் புள்ளித் துருவி	— Flying spot scanner
பாழ்ச்சி சுமை	— Dead load
பிம்பம்	— Image
பின்னாட்டம்	— Feed back
பிந்தங்கல்	— Lagging
பிம்ப ஆர்த்திகாள்	— Image orthicon
புரோட்டான்	— Proton
புறச்சுற்று	— External circuit
புறவணி எலக்ட்ரான்	— Valance electron
புறவியல் பிந்தடை	— External resistance
புறவாய்	— Outlet
பூட்டுக் சுற்று	— Locking circuit
பெட்டிச் சுற்று வடிவ ஆண்டென்னை	— Box loop Antenna
பெருக்கம்	— Amplification
பெருக்கற்பலன் எண்	— Amplification factor
பெருக்கி	— Amplifier
பெருமம்	— Maximum
பென்டோடு	— Pentode
பேடர்	— Pader
பொது அச்சுக் கம்பி	— Cable (co-axial)
பொது ஏற்பு வாய்ச் சுற்று அமைப்பு	— Common collector-configuration
பொது மின்னழுத்தம்	— Common potential
பொதுக் கொடைவாய்ச் சுற்று— அமைப்பு	— Common emitter-configuration
பொலிவு	— Brightness
பொது அடிவாய்ச் சுற்று அமைப்பு	— Common base configuration
பொந்து ஒத்ததிர்வி	— Cavity resonator
பொதுக்குத் திறன்	— Selectivity
பொதுத்தம்	— Matching
போலி உயரம்	— Virtual height

மஞ்சள்	— Yellow
மங்குதல்	— Fading
மாக்னெட்ரான்	— Magnetron
மாற்று வழி	— By-pass
மாறு மின் தடை	— Fixed resistance
மாறு மின் தேக்கி	— Fixed condenser
மாறு மிச் ஏற்பகம்	— Admittance
மாறு மிச் தடை	— Variable resistance
மாறுதிறை மின்னோட்டம்	— Alternating current
மாறு மின் தேக்கி	— Variable condenser
மிக்ரோ வோல்ட்	— Milli volt
மிக்லர் சுற்று	— Miller circuit
மிக்லர் விளைவு	— Miller effect
மின் இயக்கு விசை	— Electromotive force
மின் எழு-எழு சுற்று	— Flip-flop circuit
மின் மறுப்பு	— Reactance
மின்காந்த ஆலை	— Electro magnetic wave
மின்காந்தத் தூண்டுதல்	— Electro magnetic induction
மின்னுழாய்	— Valve
மின் குழாய் மதிப்பீடு	— Value constant
மின்சார சமன்பாட்டுச் சுற்று	— Equivalent circuit
மின்னெதிர்ப்பு	— Impedance
மின் தடை	— Resistance
மின் தடை மின் தேக்கி இணைப்பு	— Resistance - capacity coupling
மின் திறன்	— Electric power
மின் துடிப்பு	— Electric pulse
மின் திறமம்	— Inductance
மின் திறமக் சுருள்	— Inductance coil
மின் திறம மின் மறுப்பு	— Inductive reactance
மின் திறம மின் தேக்கி இணைப்பு	— Inductance capacity coupling
மின்பொறி இடைவெளி	— Spark gap
மின்னழுத்த வேற்றுமை	— Potential difference
மின் மாற்றி	— Transformer
மின் மாற்றி இணைப்பு	— Transformer coupling
மின்னுற்பகுப்பு மின் தேக்கி	— Electrolytic condenser
மின்னிறக்கம்	— Discharge
மின்னூட்டம்	— Charge
மின்னிறக்க மின் மாற்றி	— Step down transformer
மின்கடத்தாப் பொருள் மாற்றி	— Dielectric constant



மின்சேக்கி	— Condenser
மின்சேக்கி மின்மறுப்பு	— Capacitative reactance
மின்சேக்கி மின்னோட்டம்	— Capacitative current
மின்சேக்கித் திறம்	— Capacity
மின்னேற்ற மின்மாற்றி	— Step up transformer
மினுமினுப்பு	— Scintillation
மின்னோட்டமானி (காம்பனு மீட்டர்)	— Galvanometer
மின்னோட்டப் பெருக்கற்பலன்	— Current amplification factor
மின்னோட்டம்	— Current
முடுக்கி	— Accelerator
முக்கட்டு ஒளிப் பொருள் புள்ளிகள்	— Phosphor-dot-trios
முகலினக்கு	— Head light
முழு அலைவுத் திருத்தி	— Full wave rectifier
முற்றுச் சுற்று	— Closed circuit
முனைத்திருப்பம்	— End correction
முன்னேறு அலைகள்	— Progressive waves
மெலிப்பான்	— Attenuator
மெக்-ஓம்	— Meg-ohm
மேசர்	— Maser
மேர்	— Mho
மைக்ரோ ஆம்பியர்	— Micro ampere
மைக்ரோ ஃபரடாடு	— Micro farad
மைக்ரோ அலை	— Micro wave
	r
ரம்பப்பல் மின்னோட்டம்	— Saw tooth current
ரம்பப்பல் மின்னழுத்தம்	— Saw tooth voltage
ரடார்	— Radar
ரேடியோ	— Radio
ரேடியோ அடிவானம்	— Radio horizon
ரேடியோ அடுக்கப்பெருக்கி	— Radio frequency amplifier
ரேடியோ அஞ்சல்	— Radio relay
ரேடியோ வழிப்படுத்துதல்	— Radio navigation
ரேடியோ வானியல்	— Radio astronomy
	ச
செஜர் கம்பிகள்	— Lecher wires
செக்லான்செ மின்கலம்	— Leclanche cell
சேசர்	— Laser

- வடிப்பான்
- வகைவகை
- வடிவ அமைப்பு
- வரிக்கண்ணெழுட்டம்
- வண்ணத் தொலைக்காட்சி
- வளிமம்
- வளர் மின்னழுத்தம்
- வளைவு
- வான் அலை
- வாய்க்கால்
- வாட்டம்
- விட்கான்
- விச்சுப் பண்பேற்றம்
- விச்சுப் பண்பேற்றி
- வெற்றிடம்
- வெப்ப அளவி வெளிவிடு
- வெளி அலை
- வெட்டுநிலை மின்னழுத்தம்
- வெட்டு அதிர்வெண்
- வோல்ட்
- A வகைப் பெருக்கி
- a வகைப் சிற்றே கடத்தி
- P வகைப் சிற்றே கடத்தி
- T வடிவ ஆண்டென்னா
- L வடிவ ஆண்டென்னா
- தம்
- தெமன்சீ
- ஜெர்மேனியம்
- தளர்ச்சி அலைப்பற்றி
- தெக்ஸோடு
- தெம்ப்டோடு
- தாதுகை
- ஜெட்விமானம்
- Q கூற்றெண்
- ஷாட்டி விளைவு
- ஸ்ட்ரேட்டோஸ்பியர்
- Filter
- Definition
- Patterns
- Scanning
- Colour television
- Intensity
- Sweep voltage
- Curvature
- Sky wave
- Channel
- Gradient
- Vidicon
- Amplitude modulation
- Amplitude modulator
- Vacuum
- Thermionic emission
- Space wave
- Cut-off bias
- Cut-off frequency
- Volt
- Class 'A' amplifier
- n-type semi conductor
- P-type semi conductor
- T shaped Antenna
- Inverted L Antenna
- Hum
- Henry
- Germanium
- Hartley oscillator
- Hexode
- Heptode
- Hi-Fi
- Jet plane
- Q factor
- Schottky effect
- Stratosphere

## கலைச்சொற்கள்

(ஆங்கிலம் - தமிழ்)

### A

Absolute	— சாத்தியம்
Absolute unit	— சாத்திய அலகு
Absorption	— உட்கவர்தல்
Accelerating voltage	— உத்தூரின் அழுத்தம்
Accumulator	— மின்சேமிக்கலம்
A.C./D.C. Converter	— A.C./D.C. மாற்றி
A.C./D.C. Receiver	— A.C./D.C. ரேடியோ
Accelerator	— முடுக்கி
Acceptance	— ஏற்பு
Acceptor	— ஏற்பி
Admittance	— மாறு மின் ஏற்பகம்
Aerial	— ஏரியம்
A.F. Amplifier	— செனியுறு அடுக்கப் பெருக்கி
A.F. Choke	— செனியுறு அடுக்கச் சேரக
A.F. Transformer	— செனியுறு அடுக்க மின்மாற்றி
Alternating current	— மாறுதிசை மின்னோட்டம்
Alternator	— திசை மாற்றி
Altimeter	— உயரமானி
Altitude	— குத்துயரம்
Altitude effect	— குத்துயர விளைவு
Ammeter	— அம்பீட்டர்
Ampere	— ஆம்பியர்
Amplification	— பெருக்கம்
Amplification factor	— பெருக்கி எண்
Amplifier	— பெருக்கி
Amplifier noise	— பெருக்கி இரைச்சல்
Amplitude	— வீச்சு

Amplitude modulation	— வீச்சுப் பண்பேற்றம்
Amplitude modulator	— வீச்சுப் பண்பேற்றி
Anchor	— தங்குரம்
Anchor ring	— தங்குர வரிவம்
Angle of elevation	— ஏற்ற கோணம்
Anode	— நேர்மின்வாய்
Anode characteristics	— நேர்மின்வாய் தனிப்பண்புகள்
Anode D.C. voltage	— நேர்மின்வாய் ஒருநிலை மின்னழுத்தம்
Antenna	— ஆன்டெனா
Anticathode	— மாற்று எதிர்மின்வாய்
Antinode	— எதிர்க்கணு
Atom	— அணு
Atomic energy	— அணு ஆற்றல்
Atomic number	— அணு எண்
Atomic structure	— அணு அமைப்பு
Atomic weight	— அணு எடை
Atmosphere	— வளிமண்டலம்
Atmospherics	— வளிமீன் குழப்பங்கள்
Attenuator	— மெலிப்பான்
Audio frequency	— செலிப்புறு அடுக்கம்
Automatic volume control	— ஏ. யு. எம். (A. U. C.)
Average	— சராசரி
Axial line	— அச்சக்கோடு
Axis	— அச்ச
Azimuth	— திசைச்சாம்புரை

## B

Bad conductor	— அழிதிர் கடத்தி
Band	— ஆலை வரிசை
Band system	— மட்டைத் தொகுதி
Band width	— மட்டை அகலம்
Barrier	— தடுப்பு
Barrier potential	— தடுப்பு மின்னழுத்தம்
Base	— அடிவாய்
Base of transistor	— டிரான்சிஸ்டர் அடிவாய்
Battery	— மின்கல அடுக்கு
Beam voltage	— கற்றை மின்னழுத்தம்
Bias voltage	— ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம்

Block diagram	— தொகுப்புப் படம் (திட்டப் படம்)
Blue	— நீலம்
Bound electron	— கட்டுண்ட எலக்ட்ரான்
Blocking oscillator	— தடை ஆலை விபந்தி
Boundary condition	— எல்லை நிபந்தனை
Box loop antenna	— பெட்டிச் சுற்று வடிவ ஆன்டெனா
Bridge-stabilised oscillator-C	— சுமன் அமைப்பு
Brightness	— பிரகாசம்
Broadcast	— பரப்பு
By pass	— மாற்று வழி
By pass condenser	— மாற்று வழி மின்சேக்கி

## C

Cable	— கேபிள்
Cable (co-axial)	— ஒரேசுக் கம்பி
Capacitance	— மின் சேக்கு திறன்
Capacitative coupling	— மின் சேக்கி இணைப்பு
Capacitative current	— மின் சேக்கி மின் சேனுட்டம்
Capacitive reactance	— மின் சேக்கி மறுப்பு
Capacity	— மின் சேக்கு திறன்
Camera	— கேமீரா
Carbon resistance	— கரித்துள் மின் தடை
Carrier wave	— ஊர்தி ஆலை
Cathode	— எதிர்மின்வாய்
Cathode ray	— எதிர்மின் கதிர்
Cathode ray tube	— எதிர்மின் கதிர்க்குழாய்
Cavity	— உட்குழிவு, பொந்து
Cavity resonator	— பொந்து ஒத்ததிர்வு
Characteristic impedance	— சிறப்பியல் மின்னெதிர்ப்பு
Channel	— வாய்க்கால்
Charge	— மின்னூட்டம்
Charge density	— மின்னூட்ட அடர்த்தி, மின்னூட்டச் செறிவு
Charge distribution	— மின்னூட்டப் பகிர்வு
Charged conductor	— மின்னூட்ட - ஞர்நக கடத்தி
Choke	— சோக்
Chromatron	— குரோமோட்ரான்
Chromosphere	— குரோமோஸ்பியர்

Circuit	— சுற்று
Collector	— ஏற்புவாய்
Collector junction	— ஏற்புவாய்ச் சந்தி
Class-A amplifier	— A வகைப் பெருக்கி
Clipping circuit	— சுத்தரிக்கும் சுற்று
Closed circuit	— மூன்றுச் சுற்று
Coaxial cylinder	— ஓரக்க உருளை
Coaxially	— ஓரக்காக
Co-efficient of coupling	— இணைப்பு எண்
Coil	— கருள்
Colour television	— வண்ணத் தொலைக் காட்சி
Colpitt oscillator	— கால்பிட் அலைவியற்றி
Common axis	— பொது அச்ச
Common Base Configuration	— பொது அடிவாய்ச் சுற்று அமைப்பு
Common Collector configura- tion	— பொது ஏற்பு வாய்ச் சுற்று அமைப்பு
Common emitter configuration—	— பொது கொண்டவாய்ச் சுற்ற மைப்பு
Common potential	— பொது மிகைனழுத்தம்
Commutator	— திசைமாற்றி
Complex variable	— பங்கூட்டு மாநி
Complex number	— பங்கூட்டு எண்
Compound	— கூட்டுப் பொருள்
Compound wound motor	— கூட்டுச் சுற்று மோட்டார்
Computer	— எண்ணி, கண்பழிபட்டி
Concave	— குழிவான
Condenser	— மின்தேக்கி
Conduction current	— கடத்தல் மின்தொகுப்பம்
Conductor	— கடத்தி
Contact potential	— தொடுகை மிகைனழுத்தம்
Control grid	— அடக்கு கிரீடு
Converter	— மாற்றி
Coupling	— இணைப்பு
Coulomb	— கூலும்
Coupling condenser	— இணைப்பு மின்தேக்கி
Compnd oscillator	— இணைப்பு அலைவியற்றி
Crest	— முகடு
Critical coupling	— மாறுநிலைப் இணைப்பு
Critical voltage	— மாறுநிலை மிகைனழுத்தம்

Critical load	— மாறு நிலைத் தகை
Crystal	— படிகம்
Crystal oscillator	— படிக அலைவியற்றி
Current density	— கிக்குறுட்டச் செறிவு
Curvature	— வளைவு
Cut-off bias	— வெட்டு மின்னழுத்தம்
Cut off voltage	— வெட்டுநிலை மின்னழுத்தம்
Cut-off frequency	— வெட்டு அதிர்வெண்
Cycle	— சுற்று
Cylindrical condenser	— உருளை வடிவ மின்தேக்கி

D

Decibel	— டெசிபல்
De-coupling	— இணைப்பு நீக்கம்
Definition	— வரைபடவரை
De-modulation	— அலைப் பண்பிதக்கம்
Density	— செறிவு, அடர்த்தி
Denser medium	— அடர்மிகு ஊடகம்
Depth of modulation	— பண்பேற்று நெடுக்கம்
Detector	— பகுப்பான்
Detection	— பகுத்தல்
Device	— கருவி
Deviation	— திசையாற்றம்
Dial	— குறியீட்டுத்தட்டு
Di-electric constant	— மின்கடத்தாப் பொருள்மாறிலி
Di-electrics	— மின்கடத்தாப்பொருளியல்
Diode	— டயோடு
Dipole	— இருமுனை
Dipole aerial	— இருமுனை ஏரிபல்
Direct current	— ஒருதிசை மிக்குறுட்டம்
D. C. voltage	— ஒருதிசை மின்னழுத்தம்
Directional property	— திசையியல்பு
Directivity	— நெறிப்படுத்துதிறன்
Discharge	— மின்னிறக்கம்
Discharge tube	— மின்னிறக்கக் குழாய்
Discontinuity	— தொடர்ச்சியின்மை
Discrete	— தனித்தனியான
Displacement current	— பெயர்ச்சி மிக்குறுட்டம்
Distorted image	— உருக்குலைத்த சிம்பம்

Divided circuit  
Donor, Donor atom  
Dynamic characteristics

Dry cell

- பிரித்த சுற்று
- கொடை அணு
- இயக்கநிலைப் பண்பியல்  
கோடுகள்
- பணர் மின்கலம்

## E

Earthed  
Echo  
Edison effect  
Eddy current  
Edge effect  
Effective area  
Efficiency  
Electric arc  
Electric charge  
Electric connection  
Electric field  
Electric flux  
Electric force  
Electric fuse  
Electric generator  
Electric potential  
Electric spark  
Electrical capacity  
Electrical conduction  
Electrical filter  
Electrical image  
Electrically neutral  
Electric power  
Electric pulse  
Electrolytic condenser  
Electro-magnet  
Electro magnet effect  
Electro magnetic radiation  
Electro magnetic wave  
Electrode  
Electromotive force  
Electron

- தரை இணைப்புற்ற
- எதிரொலி
- எடிசன் விளைவு
- சுழி ஓட்டம்
- ஓரவிளைவு, விளிம்பு விளைவு
- செயலுறு பரப்பு
- இயக்கு திறம், பயனுறு திறன்
- மின்னில் சுட்டி
- மின்னூட்டம்
- மின் இணைப்பு
- மின்புலம்
- மின்பாயம்
- மின் விசை
- மின் உருசி
- மின்சேற்றி
- மின்னழுத்தம்
- மின்சொறி
- மின் தேக்கு திறன்
- மின்கடத்தல்
- மின் சுடிப்பான்
- மின் பிம்பம்
- மின் நடுநிலையான
- மின் திறன்
- மின் துடிப்பு
- மின்னூற்பகுப்பு மின் தேக்கி
- மின்காந்தம்
- மின்காந்த விளைவு
- மின்காந்த எதிர்விசை
- மின்காந்த அலை
- மின்வாய்
- மின் இயக்கு விசை
- எலெக்ட்ரான்



Electron cloud	—	எலக்ட்ரான் மேகம்
Electron density	—	எலக்ட்ரான் செறிவு
Electron volt	—	எலக்ட்ரான் வேல்ட்
Electron gun	—	எலக்ட்ரான் துப்பாக்கி
Electron hole	—	எலக்ட்ரான் துளை
Electron capture	—	எலக்ட்ரான் பிடிப்பு
Electron multiplier	—	எலக்ட்ரான் பெருக்கி
Element	—	தனிமம்
Elementary particles	—	அடிப்படைத் துகள்கள்
Elevation	—	ஏற்றம்
Ellipse	—	ஒவரவட்டம், நீள்வட்டம்
Emitter	—	கொடைவாய்
Encounter	—	எதிர்ப்படுதல்
End correction	—	முனைத்திருத்தம்
Energy	—	ஆற்றல்
Energy level	—	ஆற்றல் மட்டம்
Equation	—	சமன்பாடு
Equipment	—	சாதனம்
Equivalent circuit	—	இணைவதற்குச் சற்று
External circuit	—	புறச்சுற்று
External resistance	—	புறவியல் தடை

## F

Fading	—	மங்குதல்
Farad	—	ஃபரட்
Feed-back	—	மின்னூட்டம்
Feed-back amplifier	—	மின்னூட்டப் பெருக்கி
Feeder line	—	ஊட்டுக்கம்பி
Field coil	—	புலச்சுருள்
Field intensity	—	புலவலிமை
Filament	—	ஃபிலமென்ட்
Filter	—	வடிக்கட்டி
Filter-band pass	—	வடிக்கட்டி-அடுக்கம் செலுத்தும் மட்டை
Filter circuit	—	வடிச்சுற்று
Filter high pass	—	வடிக்கட்டி திறை அடுக்கம்
Filter low pass	—	வடிக்கட்டி குறை அடுக்கம்
Flip-flop circuit	—	எழு-விழு-சுற்று
Fixed condenser	—	திரிபமின் கீதக்கி

Fixed resistance	— நிலையின் தடை
Flat loop antenna	— தட்டைச் சவ்வு வடிவ — ஆன் டென் டூ
Flourescent screen	— ஒளிர் திரை
Flourescence	— ஒளிர் தன்
Flyback voltage	— வினாத்து மின் மின் எழுத்தம்
Frame	— வரம்பு, சட்டம்
Frequency	— அடுக்கம், அதிர்வெண்
Frequency changer	— அடுக்கமாற்றிக் குழாய்
Frequency modulation	— அடுக்கம் பண்பேற்றம்
Full wave rectifier	— முழு அலைத்திருத்தி

## G

Galvanometer	— கால்வானு மீட்டர், மின்னோட்டமானி
Generator	— இயந்திர
Germanium	— ஜெர்மேனியம்
Good conductor	— தக்கடத்தி
Glow	— பொலிவு
Gradient	— சரிவு, வரட்டம்
Green	— பச்சை
Grid	— கிரீடு
Ground radar	— தரை ராடார்
Ground wave	— தரை அலை
Growth of current	— மின்னோட்ட வளர்ச்சி

## H

Half wave-rectifier	— அரை அலைத்திருத்தி
Harmonic oscillator	— சீரிசை அலைவியந்திர
Hartley oscillator	— ஹார்ட்லி அலைவியந்திர
Hemisphere	— அரைக்கோளம்
Heptode	— ஹெப்டோடு
Heterodyning	— கலக்கிப்படுத்தல்
Hexode	— ஹெக்சோடு
High tension battery	— உயர் அழுத்த-பாட்டரி
Hole	— குகை
Horizon	— அடிவானம்
Horizontal	— கிடைமட்டம்
Horizontal component	— கிடைக்கூறு

Horizontal intensity	— கிடைச்செறிவு
Horizontal plane	— கிடைத்தளம்
Horizontal deflectors	— கிடைவிலக்கிகள்

I

I.F. Amplifier	— இடைநிலை அடுக்கம் பெருக்கி
I.F. Transformer	— இடைநிலை அடுக்க மின்மாற்றி
Illumination	— ஒளிபூட்டம்
Image	— பிம்பம்
Impedance	— மின்செறிவு
Indicator	— காட்டி
Indigo	— கருநீலம்
Induced charge	— தூண்டப்பட்ட மின்னூட்டம்
Induced E. M. F.	— தூண்டு மின்னியக்கு விசை
Inductance	— மின் திறமம்
Induction coil	— தூண்டு மின் சுருள்
Inductive reactance	— மின் திறம மின் மறுப்பு
Infinite	— எண்ணிலா
Infinity	— எண்ணிலி
Inlet	— அகவாய்
Input	— உள்நிடு அளவு
Input resistance	— உள்நிடு தடை
Input voltage	— உள்நிடு மின்னழுத்தம்
Insulation	— காப்பு
Insulator	— காப்பான்
Instantaneous frequency	— உடனூறு அடுக்கம்
Intensity	— செறிவு
Intermediate frequency	— இடைநிலை அடுக்கம்
Interference	— குறுக்கிட்டு விளைவு
Integrated circuit	— தொகுத்த சுற்று
Integrating circuit	— தொகுசுற்று
Integration	— தொகு ஆக்கம்
Inter communication	— உள் தொடர்பு
Intermediate phase	— இடைநிலைக்கட்டம்
Intermittent	— இடைவிட்டு இயங்கும்
Ion	— அயனி
Ionisation	— அயனியாக்கம்
Ionosphere	— அயனமண்டலம்
Ionospheric absorption	— அயனமண்டலக்கிரகிப்பு

## J

Jet	— ஜெட்
Jet plane	— ஜெட் விமானம்
Jockey	— ஜோக்குகோல்
Junction	— சந்தி

## K

Kennelly-Heaviside layer	— கென்னலி-ஹேவிசைடு அடுக்கு
Kenotron	— கிரேனூட்ரான்
Kerr effect	— கேர் விளைவு
Kilo cycle	— கிலோசைக்ள் சுற்றுகள், கிலோ சைக்கிள்
Kilo meter	— கிலோமீட்டர்
Kinescope	— கினஸ்கோப்
Klystron	— கிளஸ்ட்ரான்
Knob	— குமிழ்

## L

Lagging	— லீக் தடுக்கல்
Laser	— லேசர்
Layer	— அடுக்கு
Leakage	— கசிவு
Leakage inductance	— கசிவு மின் திசுமை
Leakage resistance	— கசிவு மின் தடை
Lecher wires	— லெசர் வளிகள்
Limit	— எல்லை
Light sensitive property	— ஒளிவுணர் பண்பு
Linear-time base	— நேர்க்கோட்டுக் காலவடி
Local action	— உள்ளிட நிகழ்ச்சி
Locking circuit	— ழுட்டுப் சுற்று
Loop antenna	— சுற்று வடிவ ஆன் டென்னா
Lower side band	— குறைந்த அடுக்கத் துணைப் பட்டை
Low tension battery	— குறைந்த மின்னழுத்த பாய்ட்டரி
Luminous point	— ஒளிகும் புள்ளி

## M

Magnet	— காந்தம்
Magnetic effect	— காந்த விளைவு

Magnetic field	—	காந்தப்புலம்
Magnetic induction	—	காந்தத் தூண்டல்
Magnetron	—	மாக்னெட்ரான்
Magnitude	—	அளவு
Maser	—	மேசர்
Mass	—	நிறை
Master-oscillator	—	ஆளுகை அலைவிபத்தி
Matching	—	பொருத்தம்
Maximum	—	பெருமை
Meg-ohm	—	மெக்-ஓம்
Metal rectifier	—	உலோகத் திருத்தி
Mho	—	மோ
Mica	—	மைக்கா
Micro ampere	—	மைக்ரோ ஆம்பியர்
Micro-farad	—	மைக்ரோ ஃபராத்
Micro-wave	—	மைக்ரோ அலை
Müller effect	—	மில்லர் விளைவு
Milli-volt	—	மிலிவோல்ட்
Minimum	—	சிறுமை
Mixture	—	கலவரி
Modulation	—	பண்பேற்றம்
Multi vibrator	—	பல அதிர்வி
Multi channel	—	பலவழி
Multiplier	—	பெருக்கி
Mutual conductance	—	பரிமாற்றுக் கடத்து திறன்
Mutual inductance	—	பரிமாற்று மின் தூண்டல் எண்

## N

Negative	—	எதிர்
Negative charge	—	எதிர் மின்னூட்டம்
Negative voltage	—	எதிர் மின்னழுத்தம்
Neon lamp	—	நியான் விளக்கு
Net work	—	வலியுறுத்தல்
Node	—	அணு
Noise	—	இரைச்சல்
Non-conductor	—	அதிநித்கடத்தி
'N'-type junction	—	'N' வகைத் தாது

## O

Observation	— காட்சிப் பதிவு
Obstacle	— தடை
Octode	— ஆக்டோடு
Oerstead	— ஓர்ஸ்டெட்
Ohm	— ஓம்
Omega	— ஓமேகா
Open circuit	— திறந்த சுற்று
Open end	— திறந்த முனை
Orange	— ஆரஞ்சு
Orthicon	— ஆர்த்திகான்
Oscillation	— அலைவு
Oscillator	— அலைவிவற்றி
Oscillograph	— ஆசிலோகிராஃப்
Oscilloscope	— ஆசிலோஸ்கோப்
Outlet	— விடுவாய்
Output	— வெளிவரு அளவு

## P

Padder	— பெட்டர்
Pair	— இணை
Pattern	— அமைப்பு
Parabola	— பரவளைவம்
Pentode	— பென்டோடு
Periodic table	— தனிம அட்டவணை
Phase	— கட்டம்
Phase change	— கட்டமாற்றம்
Phase difference	— கட்டவேறுபாடு
Phase shift oscillator	— கட்டப்பெயர்ச்சி அலைவிவற்றி
Phosphor dot-trios	— முக்கூட்டு ஒளிர் பொருள் புள்ளிகள்
Photo electricity	— ஒளி-மின்னியல்
Photo electric effect	— ஒளி-மின் விளைவு
Physics	— ஆறினியல் (பொள்திகம்)
Picro-farad	— பைகிரோஃபாரட்
Pick up	— எடுப்பி
Plane electro magnetic waves	— இருதள மிக் காந்த அலைகள்
Pole strength	— முனை வலிமை

Potential	— மின்னழுத்தம்
Potential difference	— மின்னழுத்தம்
Power	— மின்னழுத்தவேறுபாடு
Power amplification	— திறம்
Power gain	— திறம் பெருக்கம்
Power pack	— திறம் கூடுதல், திறம் லாபம்
Practical unit	— மின்னழுத்தக் கூட்டு
Primary circuit	— தடைமற்ற அலை
Progressive waves	— முன்னேற்ற அலை
Propagation	— பரப்பல்
Pulsating current	— குறுகு மின்னோட்டம்
Push-pull amplifier	— தள்ளு-இழு பெருக்கி
'P'-type junction	— P வகைச் சந்தி

## Q

Q-factor	— Q-கூட்டுமொ
Quality	— பண்பு
Quantity	— அளவு
Quartz	— குவார்ட்டஸ்
Quenching	— தணிக்கும்
Quiescent time	— அமைதி நேரம்

## R

Radar	— ரடார்
Radial magnetic field	— ஆரக்கர அத்தடுப்பு
Radiant energy	— கதிர்வீச்சு ஆற்றல்
Radiation	— கதிர் வீச்சு
Radio	— ரேடியோ
Radio astronomy	— ரேடியோ வானியல்
Radio frequency amplifier	— ரேடியோ அலைக்கூடு பெருக்கி
Radio horizon	— ரேடியோ அடிவானம்
Radio navigation	— ரேடியோ வழிப்படுத்துதல்
Radio wave	— ரேடியோ அலை
Radius	— ஆரம்
Radius of curvature	— வளைவு ஆரம்
Reactance	— மறுப்பு
Receiver	— ஏற்பு
Reception	— ஏற்பு

Rectifier	— திருத்தி
Red	— சிவப்பு
Reflecting power	— எதிரொளிப்புத்திறன்
Reflection	— எதிரொளிப்பு
Relaxation oscillator	— தளர்வுவலை விவரத்
Relay	— அஞ்சல்
Remote control	— தொலைக்கட்டுப்பாடு
Resistance	— தடை
Resistance capacity coupling	— மின் தடை மின்சேர்க்கை இ
Rotor	— சுழலி

## S

Safe current	— பாதுகாப்பு மின்னோட்டம்
Satellite	— துணைக்கோள்
Saw tooth current	— இரம்பப்பல் மின்னோட்டம்
Scanning	— வரிக்கண்ணோட்டம், துருவுதல்
Schottky effect	— ஷாட்கி-விளைவு
Scintillation	— மினுமினுப்பு
Screen	— திரை
Screen grid	— திரை கிரிடு
Search coil	— துருவுக் கருள்
Secondary coil	— துணைக் கருள்
Secondary circuit	— துணைக்கம்பு
Secondary waves	— இரண்டாம் நிலை அலைகள்
Sector	— வட்டப்பகுதி
Seebeck-effect	— சிபெக் - விளைவு
Selectivity	— தேர்ந்தெடுத்தல்
Semi conductor	— சிற்றே கடத்தி, குறைக்கடத்தி
Self inductance	— தனி மின் நிலைம எண்
Sensitivity	— உணர்வு துட்பம்
Series grouping	— தொடர் இணைப்பு
Shadow mask tube	— நிழல் மூடிக்கூழாய்
Short circuit	— குறுக்குச் சுற்று
Short wave	— குதந்தலை
Side band	— பக்கப்பட்டை
Signal	— சைகை
Sine curve	— சைன் வலைகோடு
Skip distance	— தாவுத் தூரம்
Sky wave	— வானலை



Source	— மூலம்
Space charge	— இடம் மின்னூட்டம்
Space wave	— வெளி அலை
Spark gap	— மின்பொறி வெளி
Specific resistance	— மின் தடை எண்
Speed	— வேகம்
Speed of rotation	— சுழல் வேகம்
Square law	— இருமடி விதி
Standard condenser	— படித்தர மின் தகதி
Standing wave	— நிலை அலை
Standard resistance	— படித்தர மின் தடை
Static characteristics	— நிலையியல் தனிப்பண்புகள்
Step-up transformer	— ஏற்றுமின் மாற்றி
Stratosphere	— ஸ்ட்ராட்டோஸ் பிஸ்பர்
Super-hetrodyne	— கலக்கிப் பிரித்தல்
Supersonics	— செவி உணரா ஒலிகள்
Suppressor grid	— அடக்கு கிரிடு
Surge	— எழுச்சி
Sweeping circuit	— வீரவுச் சுற்று
Switch	— சுவிட்ச்

## T

Tank circuit	— தொட்டிச்சுற்று
Tap key	— தட்டுச் சாவி
Target	— இலக்கு
Technique	— உத்தி, தொழில் முட்பம்
Television	— தொலைக்காட்சி
Tetrode	— டெட்ரோடு
Thermionic emission	— வெப்ப அயனி வெளியீடு
Theory	— கொள்கை
Thyratron	— தைரட்ரான்
Time base	— காலக்கடி
Time constant	— நேர மாற்றி
Transformer	— மின்மாற்றி
Transformer coupling	— மின்மாற்றி இணைப்பு
Transistor	— திரான்சிஸ்டர்
Transmission	— பரப்புதல்
Transmitter	— பரப்பி
Transverse waves	— குறுக்கலைகள்

Transmission line	— ஆற்றல் செலுத்தும் கம்பி
Trigger	— துவக்கி
Trimmer	— துரிமம்
Triode	— துரபோடு
Troposphere	— ட்ரோபோஸ்பேர்
'T' - shaped antenna	— T-வடிவ ஆன்டெனா
Tuned anode amplifier	— இசைவிக்கப்பட்ட தேர்மீள்வாய் பெருக்கி
Tunnel diode	— டன்னல் டயோடு, புழல் டயோடு
Tuning	— இசைவித்தல்
Tuning condenser	— இசைவிக்கும் மிக்தேக்கி

## U

Ultra high frequency	— வெகு உயர் அதிர்வெண்
Ultrasonics	— செவியுணர் ஒலிவியல்
Uncharged	— மின்னூட்டம் பெறாத
Undamped	— தடைபுற
Units	— அலகுகள்
Upperside band	— அதிக் அடுக்கப் பக்கப்பகுதி

## V

Vacuum	— வெற்றிடம்
Vacuum tube	— வெற்றிடக்குழாய்
Valency	— இணைதிறம்
Valence electrons	— புறவலனி எலெக்ட்ரான்
Valve constant	— மின்னூழாய் மாநிலி
Variable condenser	— மாநிலயல் மிக்தேக்கி
Varying current	— மாறுமிக்தெனூட்டம்
Vector	— வெக்டர்
Vertical antenna	— செங்குத்து ஆன்டெனா
Very high frequency	— மீ உயர் அதிர்வெண்
Video	— கண்ணுறு
Virtual	— மாய
Value thermionic	— வெப்ப அயனி மின்னூழாய்
Volt	— வோல்ட்
Voltage amplification	— மின்னழுத்தப் பெருக்கம்

